BGI 672
Sicherer Betrieb von gleislosen Fahrzeugkranen
Ein Handbuch für Unternehmer, Einsatzplaner, Kranführer und Anschläger

(bisher ZH 1/556)
Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
Dezember 1994

Vorbemerkung

Der gleislose Fahrzeugkran – d.h. der mobile, auf ein nicht schienengebundenes Landfahrzeug montierte Auslegerkran – hat im Autokran- und Schwertransportgewerbe und in fast allen Gewerbezweigen der Industrie eine große Verbreitung gefunden.

Im Unterschied zum ortsgebundenen Kran – Brückenkran, Portalkran oder Auslegerdrehkran – muß der gleislose Fahrzeugkran für jede Kranarbeit am Einsatzort erst aufgestellt, d.h. aufgerüstet werden. Der Kranführer oder die Kranmannschaft müssen dadurch die Voraussetzungen schaffen, daß die vorgesehene Kranarbeit bestimmungsgemäß und sicher durchgeführt werden kann. Bei ortsfesten Kranen sind diese Voraussetzungen bereits durch die Krankonstruktion, z.B. durch die Kranfahrbahn und ihre Tragkonstruktion, gegeben.

Darüber hinaus sind gleislose Fahrzeugkrane, da sie mit dem Aufstellungsort nicht fest verankert sind, bei Bedienungsfehlern in besonderem Maße gefährdet. Sie können bei Überlastung umstürzen. Die Sicherheit ihres Einsatzes hängt daher vor allem vom Fachwissen, Können und der Zuverlässigkeit des Unternehmers, der die Durchführung der Kranarbeit übernommen hat, und von seinen Einsatzplanern und Kranführern ab.

Die Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen als Träger der gesetzlichen Unfallversicherung – auch für das Autokran- und Schwertransportgewerbe – möchte mit diesem Handbuch den Unternehmern, Einsatzplanern und Kranführern Hilfen an die Hand geben, übernommene Kranarbeiten im Rahmen des geltenden Rechts sicher durchzuführen.

Weiterhin soll das Handbuch der Kranführerausbildung dienen. Denn die hochtechnisierten Fahrzeugkrane und ihre vorangehend geschilderten besonderen Einsatzbedingungen verbieten es, daß das Auf- und Abrüsten und die Führung derartiger Krane Mitarbeitern übertragen wird, die nur über eine Fahrerlaubnis der Klasse II für das Führen von Kraftfahrzeugen auf öffentlichen Straßen verfügen und die in die Bedienung des Kranes lediglich eingewiesen wurden.

Dieses Handbuch stellt unter neuem Titel eine gänzlich überarbeitete Ausgabe der Vorgängerbroschüren "Unfallverhütung beim Betrieb von gleislosen Fahrzeugkranen" aus den Jahren 1974, 1977 und 1980 dar. Sie erscheint zu einem Zeitpunkt, da im Zuge der europäischen Harmonisierung nationales Recht schrittweise durch europäisches Recht abgelöst wird. Die gültige Rechtslage konnte daher nur bis zum Zeitpunkt der Drucklegung berücksichtigt werden.

Für weitergehende Fragen stehen die Technischen Aufsichtsbeamten in den Bezirksverwaltungen der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen – insbesondere die Bearbeiter des Handbuches – zur Verfügung.

Was sind Fahrzeugkrane?

Jedes Spezialgebiet hat seine eigenen Fachausdrücke und Begriffe. Um Mißverständnisse und Fehlauslegungen zu vermeiden, ist ein einheitlicher Sprachgebrauch erforderlich. Dieser wird durch Festlegung und Anwendung von normierten Begriffsbestimmungen erreicht. Für das Gebiet der gleislosen Fahrzeugkrane finden sich solche vorrangig in der für alle Kranarten geltenden **Unfallverhütungsvorschrift "Krane" (VBG 9)**. Darüber hinaus in den einschlägigen Normen.

Im Sinne der UVV "Krane" gilt:

Krane sind Hebezeuge, bei denen Lasten mit einem Tragmittel gehoben und zusätzlich in einer oder mehreren Richtungen bewegt werden können.

Lkw-Ladekrane sind Fahrzeugkrane, die vorwiegend zum Be- und Entladen der Ladefläche des Trägerfahrzeuges gebaut und bestimmt sind und deren Lastmoment 30 mt und deren Auslegerlänge 15 m nicht überschreiten.

Lkw-Anbaukrane sind Lkw-Ladekrane, die mit Einrichtungen zum betriebsmäßigen An- und Abbau an Lastkraftwagen versehen sind (Abb. 1).

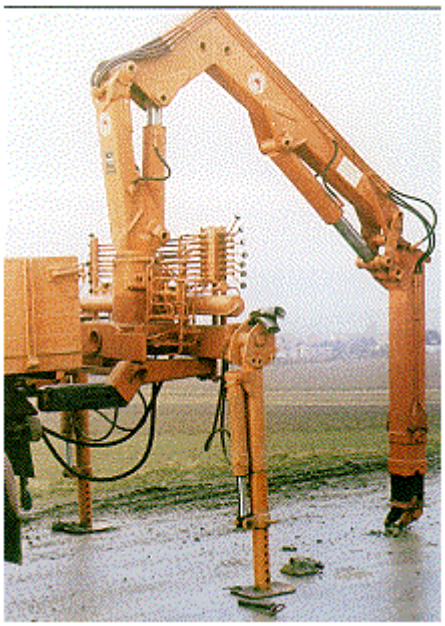


Abb. 1: Lkw-Anbaukran

Langholz-Ladekrane sind Lkw-Ladekrane, die zum Heben von Stämmen bestimmt sind, die aufgrund ihrer Länge nicht im Stammschwerpunkt gehoben werden können und deshalb für das Verladen außer dem Heben noch ein Ziehen, Drücken oder Hebeln erfordern (Abb. 2).

Abb. 2: Langholz-Ladekran

Alle diese Krane gelten als

- **ortsveränderlich**, wenn sie an wechselnden Standorten eingesetzt werden können,
- **handbetrieben**, wenn die Hubbewegung und alle weiteren Kranbewegungen durch Muskelkraft bewirkt werden,
- **teilkraftbetrieben**, wenn nur die Hubbewegung oder eine oder mehrere andere Kranbewegungen kraftbetrieben sind,
- **kraftbetrieben**, wenn außer der Hubbewegung noch mindestens eine weitere Kranbewegung kraftbetrieben ist,

– **mechanisch gesteuert**, wenn sie nicht elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch gesteuert sind. Dies trifft zu bei Kranen, bei denen z.B. Kupplungen, die im Kraftfluß zwischen Motor und Winde liegen, ohne Zwischenschaltung einer fremden Energiequelle durch Muskelkraft geschaltet werden (Abb. 3)

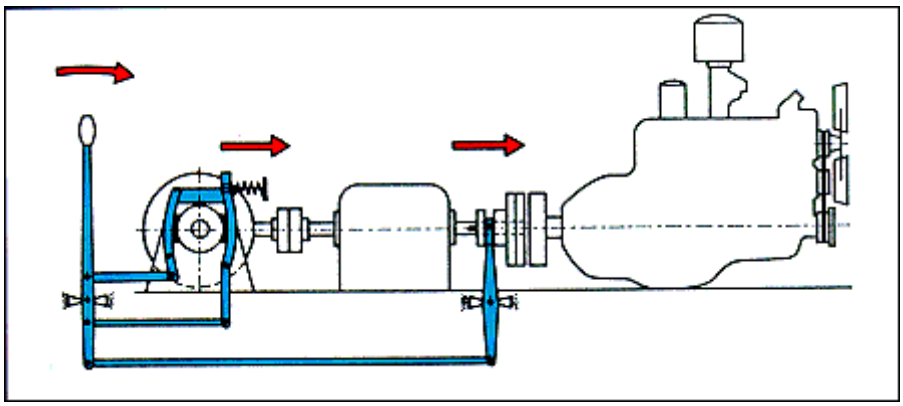


Abb. 3: Mechanische Steuerung

Neben diesen Begriffsbestimmungen aus der UVV "Krane" sind Begriffe für die verschiedenen Kranarten in DIN-Normen festgelegt.

In DIN 15001 Teil 1 "Krane; Begriffe, **Einteilung nach der Bauart**" sind alle Kranbauarten in 9 Hauptgruppen eingeteilt. Die gleislosen Fahrzeugkrane sind der Gruppe 7 "Fahrzeugkrane" zugeordnet. Das sind "Auslegerkrane und Drehkrane auf gleislosem oder gleisgebundenem Fahrzeug mit über die Standfläche hinausragendem Ausleger".

Eine weitere Unterteilung in der Benennung kann nach der Bauart der Ausleger erfolgen z.B.

– Mobilkran **mit Gitterausleger**
– Autokran **mit Teleskopausleger**

Tabelle 1: Einteilung der Fahrzeugkrane nach ihrer Bauart entsprechend DIN 15001, Teil 1

Fahrzeugkrane nach DIN 15001 Teil 1 Gruppe 7	Benennung
Gleislose Fahrzeugkrane	Raupenkrane Mobilkran Autokran Anhängerkran Sattelkran
Gleisgebundene Fahrzeugkrane	Schienendrehkran

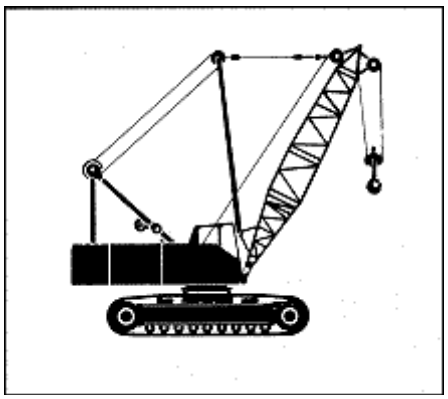


Abb. 4: **Raupenkran**
Fahrzeugkran mit angetriebenem Raupenunterwagen

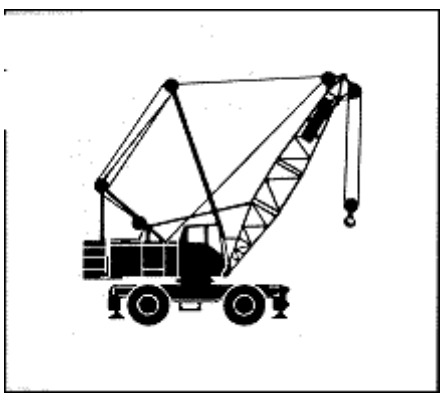


Abb. 5: **Mobilkran**
Fahrzeugkran mit luftbereiftem oder vollgummibereiftem angetriebenem Unterwagen Vorwiegend für den Einsatz im Nahverkehrsbereich bei mäßiger Fahrgeschwindigkeit

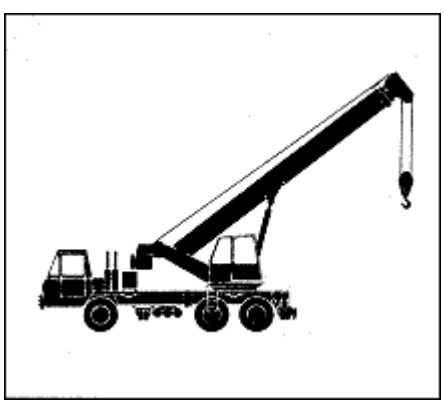


Abb. 6: **Autokran**
Fahrzeugkran mit luftbereiftem Unterwagen. Als Unterwagen werden Lastkraftwagenfahrgestelle üblicher Bauart oder Sonderbauart mit vergleichbaren Merkmalen verwendet

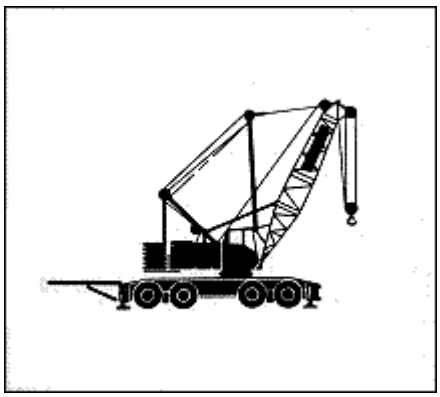


Abb. 7: Anhängerkran
Fahrzeugkran mit luftbereiftem Unterwagen ohne eigenen Fahrantrieb

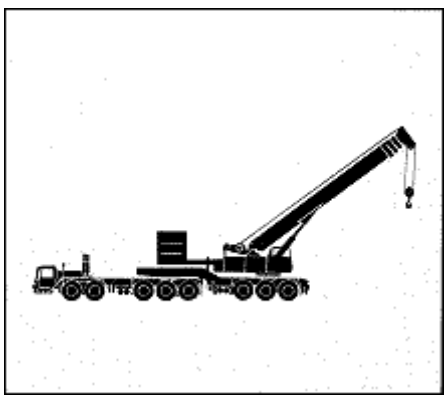


Abb. 8: Sattelkran
Fahrzeugkran mit den Merkmalen eines Sattelzuges

Krane können auch nach ihrer Verwendung benannt werden. Unter Zugrundelegung von DIN 15001 Teil 2 "Krane; Begriffe, **Einteilung nach der Verwendung**" können die oben genannten gleislosen Fahrzeugkrane je nach **Verwendung** z.B. auch bezeichnet werden als

– Montagekran
– Hafenkran
– Lkw-Ladekran oder
– Abschleppkran (Abb. 9).

Abb. 9: Abschleppkran

Für **Lkw-Ladekrane** gibt es eigene Begriffe in DIN 15004 "Lkw-Ladekrane; Benennung der Hauptteile". In dieser Norm wird unterschieden zwischen

– Lkw-Ladekran mit **Teleskopausleger**
– Lkw-Ladekran mit **Knickausleger**.

Außerdem finden sich dort Benennungen für die einzelnen Kranbauteile.

Rechtsvorschriften und Regeln der Technik

Der Betrieb von gleislosen Fahrzeugkranen soll mit einem hohen Maß an Sicherheit erfolgen. Er darf weder für den Kranführer und die Kranmannschaft, noch für Dritte besondere Gefahren zur Folge haben. Dies kann nur erreicht werden, wenn

– gleislose Fahrzeugkrane nach den Regeln der Technik berechnet, konstruiert, gefertigt und ausgerüstet sind,
– die Kraneinsätze auch unter Arbeitsschutzgesichtspunkten geplant werden

  und

– die Krane vom Kranführer und den Verantwortlichen an der Einsatzstelle bestimmungsgemäß und sicher betrieben werden.

Aus Gründen des Arbeitsschutzes notwendige Festlegungen für Berechnung, Ausführung, Fertigung, Prüfung und Betrieb von gleislosen Fahrzeugkranen finden sich z.B. in

– der EG-Maschinenrichtlinie (89/392/EWG), die durch die 9. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. GSGV) in nationales Recht umgesetzt wurde,
– der EG-Arbeitsmittel-Benutzerrichtlinie (89/655/EWG),

– den einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblättern der gewerblichen Berufsgenossenschaften

  und

– den Regeln der Technik, wie DIN-, DIN EN- und ggf. ISO-Normen.

Die in diesen Regeln enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben.

Bedingt durch den Aufbau und die Systematik des berufsgenossenschaftlichen Vorschriftenwerkes sind Regelungen für gleislose Fahrzeugkrane sowohl in der

UVV "Krane" (VBG 9)

als auch in weiteren Vorschriften und Regeln der Sicherheitstechnik enthalten (siehe Anhang).

Abb. 10: Bagger im Hebezeugeinsatz

Bagger, die auch im **Hebezeugeinsatz** betrieben werden, fallen dabei nicht in den Geltungsbereich der UVV "Krane" (VBG 9), sondern in den Geltungsbereich der UVV "Erdbaumaschinen" (VBG 40). Diese enthält besondere Bestimmungen für Bagger, die Kranarbeiten ausführen (Abb. 10). Dabei gilt als Hebezeugeinsatz beispielsweise

– das Ablassen oder Herausheben von Rohren, Schachtringen, Behältern (Tanks),

– das Auf- und Abladen von Geräten, Hilfsmitteln, Bauteilen

  und

– das Einbringen oder Herausheben von Grabenverbaueinrichtungen.

Das Verlegen und Umsetzen von Baggermatratzen wird dagegen **nicht** als Hebezeugeinsatz angesehen.

Fahrbare Hubarbeitsbühnen

Zur Durchführung von Montage-, Instandhaltungs- oder ähnlichen Arbeiten können gleislose Fahrzeugkrane mit einer Arbeitsbühne ausgerüstet werden. Wird diese Bühne unmittelbar am Ausleger befestigt und mit diesem gehoben oder gesenkt, wird der Kran zu einer **fahrbaren Hubarbeitsbühne** (Abb. 11).

Abb. 11: Fahrbare Hubarbeitsbühne

In diesem Rüstzustand fällt er in seiner Gesamtheit unter den Geltungsbereich der Unfallverhütungsvorschrift "Hebebühnen" (VBG 14). Er muß dann sowohl die Anforderungen der UVV "Krane" (VBG 9) als auch die Anforderungen der UVV "Hebebühnen" (VBG 14) erfüllen. Die Standsicherheit von fahrbaren Hubarbeitsbühnen muß nach DIN 15120 "Serienhebezeuge; fahrbare Hubarbeitsbühnen, Berechnungsgrundsätze für die Standsicherheit" bemessen sein.

Teilnahme am öffentlichen Verkehr

Gleislose Fahrzeugkrane, die auch am Verkehr auf öffentlichen Straßen teilnehmen, unterliegen nicht nur dem Arbeitsschutzrecht, sondern zusätzlich dem Verkehrsrecht. Für die Zulassung zum Verkehr benötigen sie eine Betriebserlaubnis. Diese macht eine Überprüfung durch einen "Amtlich anerkannten Sachverständigen für den Kraftfahrzeugverkehr" (A. a. S.) notwendig. Dieser hat zu prüfen, ob die Bestimmungen der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) eingehalten sind. Ist dies der Fall, ist der Fahrzeugkran **verkehrssicher**. Damit ist aber nicht zwangsläufig sichergestellt, daß auch die in den Arbeitsschutzvorschriften erhobenen Forderungen erfüllt sind – also der Kran auch **arbeitssicher** ist. Darum beachten:

Betriebssicherheit = Verkehrssicherheit + Arbeitssicherheit

Kranphysik

Das Heben von Lasten mit gleislosen Fahrzeugkranen ist ein physikalischer Vorgang. Die Gewichtskräfte der Last und die Beschleunigungskräfte aus den Kranantrieben wirken auf den Kran und müssen von diesem sicher aufgenommen werden. Der Kran darf dadurch weder zusammenbrechen noch umstürzen. In diesem Zusammenhang sind folgende Begriffe von Bedeutung:

– Masse (Last)
– Gewichtskraft
– Schwerpunkt
– Moment
– Kippkante

Masse

Die **Masse** der zu hebenden Last oder von Kranbauteilen wird in Gramm (g), Kilogramm (kg) oder Tonnen (t) gemessen. Sie ergibt sich aus dem Volumen multipliziert mit der Dichte. Nach dem Trägheitsgesetz hat jeder Körper die Eigenschaft, in seinem momentanen Zustand (Ruhe oder Bewegung) zu verharren. Dies bezeichnet man auch als Massenträgheit.

Gewichtskraft

Aufgrund der Erdbeschleunigung erzeugt die Masse Gewichtskräfte nach der Gesetzmäßigkeit

Kraft = Masse x Beschleunigung

Diese können als Zug- oder Druckkräfte auftreten. Die Maßeinheit der Kraft ist Newton (N).

Schwerpunkt

Im **Schwerpunkt** kann man sich die Masse eines Körpers vereint in einem Punkt denken (Abb. 12). Wird der Körper in diesem Punkt (seinem Schwerpunkt) unterstützt, befindet er sich im Gleichgewicht. Hier – im Schwerpunkt – greift die Gewichtskraft an. Die Schwerpunktlage ist daher von Bedeutung für die Bestimmung von Standmoment und Kippmoment, aber auch beim "Anschlagen" (Anhängen) von Lasten an den Kran.

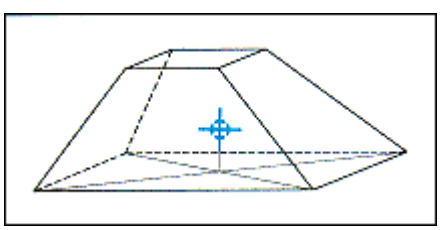


Abb. 12:

Je nach Form eines Gegenstandes kann sein Schwerpunkt auch außerhalb – "in der Luft" – liegen (Abb. 13).

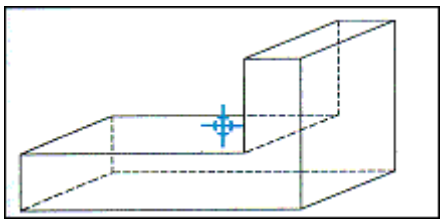


Abb. 13:

Zur Kennzeichnung des Schwerpunktes, z.B. für das Verladen von Maschinen, wird das Bildzeichen

nach DIN 55402 verwendet.

Moment

Unter **Moment** – gemessen in Newtonmetern (Nm) – versteht man eine aus **Kraft x Hebelarm** zusammengesetzte Größe (Abb. 14). Sie findet sich beim gleislosen Fahrzeugkran z.B. in den Begriffen **"Standmoment"** und **"Kippmoment"** (Abb. 15).

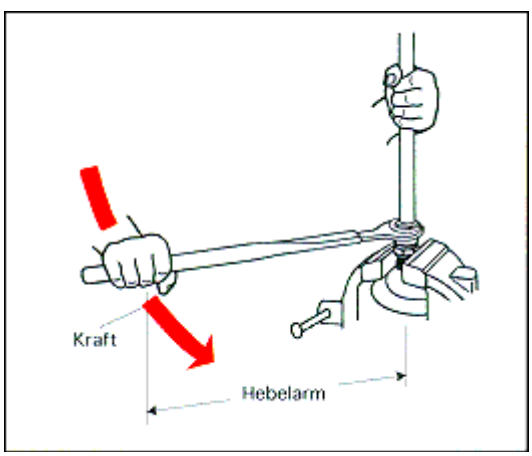


Abb. 14: Moment = Kraft x Hebelarm

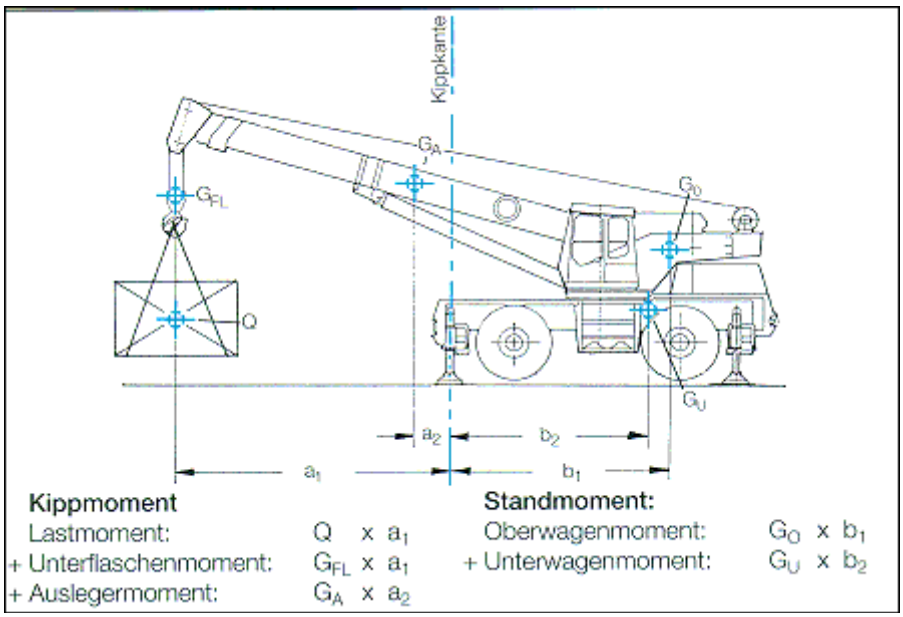


Abb. 15: Momente am Kran

Das **Standmoment** eines Fahrzeugkranes wird gebildet von den Gewichtskräften derjenigen Kranmassen, die den Kran auf seine Aufstandfläche (den Boden) drücken.

Das **Kippmoment** wird gebildet von den Gewichtskräften derjenigen Kranmassen, die das Bestreben haben, den Kran umzukippen, sowie von der zu hebenden Last.

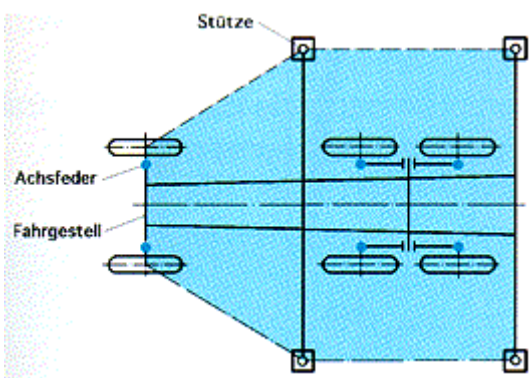
Beide Momente können sich während der Kranarbeit verändern, z.B. beim

– Heben und Senken des Auslegers
– Aus- und Einteleskopieren des Auslegers
– Drehen des Oberwagens gegenüber dem Kranunterwagen.

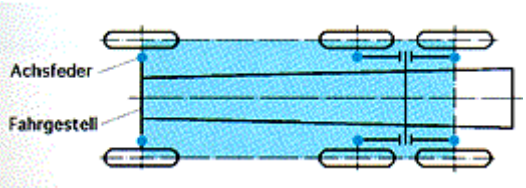
Kippkante

Die **Kippkante** oder der **Kippunkt** bildet die Grenze zwischen dem Standmoment und dem Kippmoment. Um sie kippt der Kran, wenn sein Kippmoment größer wird als sein Standmoment. Das ist dann der Fall, wenn der Gesamtschwerpunkt von Kran und zu hebender Last die Kippkante zur Last hin überschreitet.

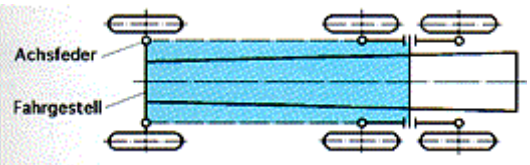
Abgestützter Fahrzeugkran
Vorderachse und Achsschwinge blockiert



Nicht abgestützter Fahrzeugkran
mit blockierter Achsfederung und blockierter Achsschwinge



Nicht abgestützter Fahrzeugkran
mit frei schwingender Achsfederung und freier Achsschwinge



● Achsblockierung eingelegt
O Achsblockierung nicht eingelegt

Abb. 16: Verlauf der Kippkanten nach DIN 15019 Teil 2

Für gleislose Fahrzeugkrane sind die Kippkanten in DIN 15019 Teil 2 "Krane; Standsicherheit für gleislose Fahrzeugkrane, Prüfbelastung und Berechnung" festgelegt (Abb. 16). Die Kippkante ändert ihre Lage in Abhängigkeit vom Rüstzustand je nachdem, ob der Kran

– mit freischwingender Achsfederung,
– mit blockierter Achsfederung

oder

– abgestützt

betrieben wird.

Die Kippkante – bezogen auf die Drehmitte, des Kranes – ändert sich auch, wenn der Kranoberwagen gegenüber dem Unterwagen gedreht wird.

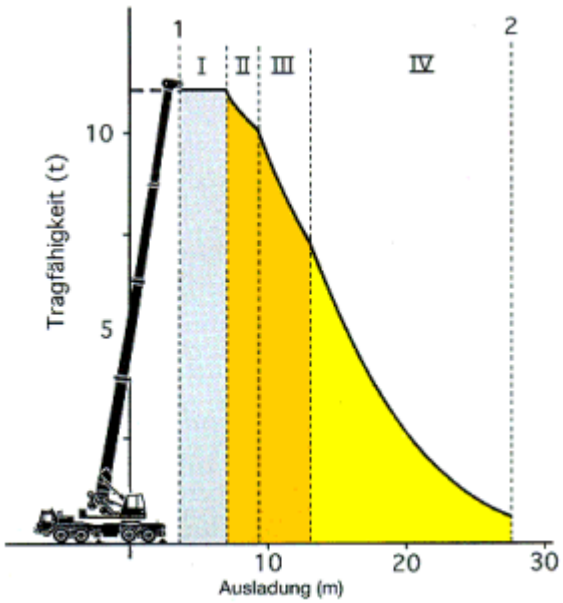
Belastungs- oder Tragfähigkeitstabellen

Im Gegensatz zu vielen anderen Kran-Bauarten mit nur **einer** höchstzulässigen Belastung ändert sich die höchstzulässige Belastung beim gleislosen Fahrzeugkran in Abhängigkeit vom Rüstzustand, der Auslegerlänge und der Ausladung. Die höchstzulässige Belastung weist der Kranhersteller durch die **Belastungs-** oder **Tragfähigkeitstabellen** aus. Die in ihnen angegebenen Belastungsangaben sind begrenzt durch

– die **Hubkraft der Hubwerkswinde** (Windenhubkraft x Anzahl der eingescherten Hubseilstränge)
– die **Bauteilfestigkeit** der Krankonstruktion

und

– die **Standsicherheit**.



Begrenzung der Tragfähigkeit durch:

1. Kleinste Ausladung
   - I max. Zugkraft der Winde (DIN 15020 Teil 1);
   - II Festigkeit der Bauteile (DIN 15018), z.B. Drehverbindung;
   - III Festigkeit der Bauteile (DIN 15018), z.B. Ausleger;
   - IV Standsicherheit (DIN 15019 Teil 2);
2. größte Ausladung

Abb. 17: Tragfähigkeitskurve (Prinzipskizze)

Den typischen Verlauf einer Tragfähigkeitskurve zeigt die Abb. 17. Die Lage der kritischen Punkte im Kurvenverlauf ist abhängig vom Krantyp, dem Rüstzustand, der Auslegerlänge und der Ausladung. Aus dem Kurvenverlauf kann abgeleitet werden, daß die Standsicherheit allein kein Maßstab für die mögliche Auslastung eines gleislosen Fahrzeugkranes ist. Beim Überschreiten der höchstzulässigen Belastung können gleislose Fahrzeugkrane entweder kippen oder tragende Bauteile der Krankonstruktion überbeansprucht und zerstört werden (Abb. 18).

Abb. 18: Überlasteter Ausleger

Standsicherheit

Die Mindest-Standsicherheit für gleislos Fahrzeugkrane ist festgelegt in DIN 15019 Teil 2. Danach ist die Standsicherheit (Sicherheit gegen Umkippen) nachzuweisen

– durch Berechnung

  und

– durch Prüfbelastung.

Die Berechnung der Standsicherheit muß auch die Fälle

– Kran außer Betrieb unter Windeinwirkung

– Auf- und Abbau des Kranes

  und

– Kran unter "Krafteinwirkung nach oben"

erfassen.

Durch den Nachweis "Krafteinwirkung nach oben" soll die Sicherheit gegen Umstürzen entgegen der Lastrichtung nachgewiesen werden. Das gilt besonders für den Fall, wenn plötzlich eine Last aus dem Haken fällt. Bei der Prüfbelastung sind – für einen bestimmten Rüstzustand bei der größten, der mittleren und der kleinsten Ausladung – folgende Testfälle (Abb. 19) durchzuführen:

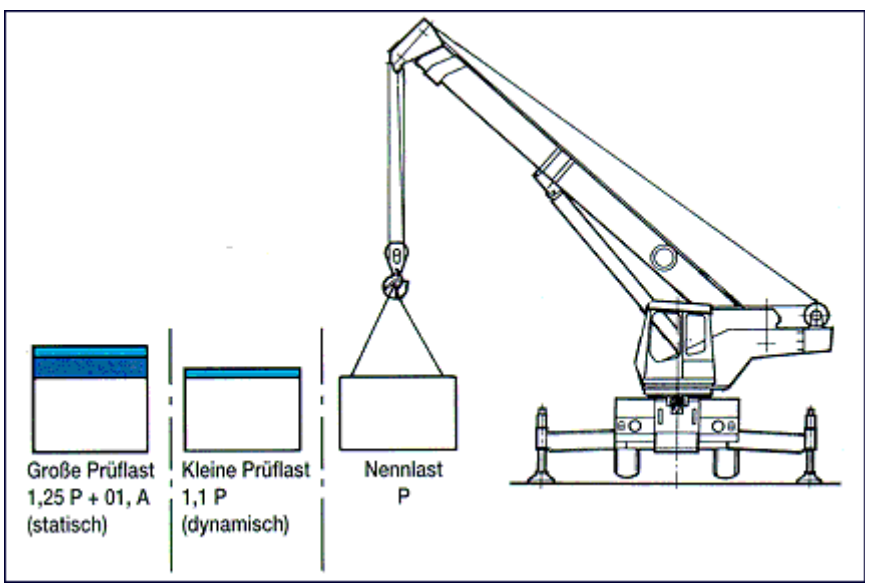


Abb. 19: Nachweis der Standsicherheit durch

– kleine Prüflast: 1,1 P
(dynamisch),
das entspricht 10 % Überlast;
– große Prüflast: 1,25 P + 0,1 A
(statisch),
das entspricht 25 % Uberlast zuzüglich 0,1 A.

P bedeutet Hublast und steht für die vom Hersteller angegebenen Tragfähigkeiten des Kranes. Das ist die Summe der Gewichte von zu hebender Last zuzüglich Unterflasche, Lastaufnahmeund Anschlagmittel.
0,1 A sind 10 % des Gewichts des Auslegersystems reduziert (umgerechnet) auf die Auslegerspitze.

Die Standsicherheitsprüfung mit der großen Prüflast nach DIN 15019 Teil 2 entspricht einer Kipplastausnutzung von ca. 75 %. **Tragfähigkeitstabellen, die auf einer Kipplastausnutzung von 85 % basieren** (Tragkräfte überschreiten nicht 85 % der Kipplast), **erfüllen die Forderungen von DIN 15019 Teil 2 nicht** (Abb. 20).

Ihre Anwendung ist nicht zulässig.

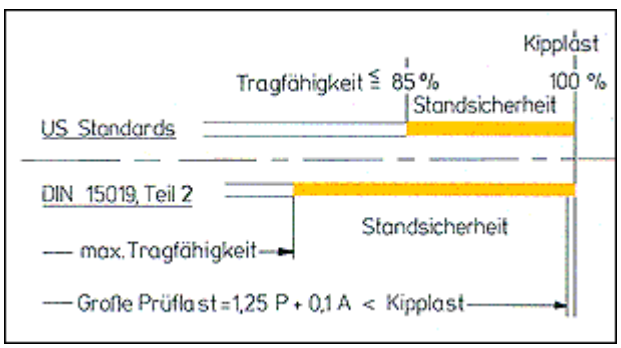


Abb. 20: Gleislose Fahrzeugkrane – Standsicherheit, Gegenüberstellung: US -Standards/DIN 15019,Teil 2

Die Werbung in sog, "Firmenhandbüchern" der Kranverleiher mit Tragfähigkeiten, die auf einer Kipplastausnutzung von 85 % basieren, ist irreführend. Sie beinhaltet die Aufforderung zu sicherheitswidrigem Arbeiten und stellt auch unlauteren Wettbewerb dar, da die Lasten im praktischen Einsatz nicht gehoben werden dürfen.

Bauliche Anforderungen

Gleislose Fahrzeugkrane müssen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik berechnet, konstruiert und gefertigt sein und in diesem Zustand erhalten werden. Dies ist eine der Grundvoraussetzungen, um den Kraneinsatz sicher, d.h. ohne Unfallereignis, vonstatten gehen zu lassen.

Verantwortlich für die Bereitstellung eines sicherheitstechnisch einwandfreien Kranes ist grundsätzlich der Betreiber.

Gefahrstellen

Gefahrstellen entstehen in der Regel durch kraftbewegte Kranteile. Aber auch Kranteile, die mit Muskelkraft bewegt werden, können Gefahrstellen bilden, wenn ihre Masse so groß ist, daß sie Verletzungen bewirken können. Gefahrstellen können sein:

– Einzugstellen
– Fangstellen
– Quetschstellen
– Scherstellen
– Schneid-, Stoß- oder Stichstellen

Sie sollten schon durch die Konstruktion vermieden werden. Wo dies nicht möglich war, müssen sie gesichert sein. Warnhinweise oder Warnanstriche als alleinige Sicherheitsmaßnahme sind immer unvollkommener Notbehelf, da sie Unfälle nicht zwangsläufig verhindern. Konstruktive Sicherungsmaßnahmen haben Vorrang.

Ob und welche Gefahrstellen zu sichern sind, richtet sich nach ihrer Lage und Erreichbarkeit; sowohl während des Kranbetriebes als auch beim Auf- und Abrüsten (Arbeits- und Verkehrsbereich Beurteilungsmaßstäbe hierfür finden sich z.B. in

– **DIN EN 294** "Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen",
– **DIN EN 811** "Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den unteren Gliedmaßen" (z.Zt. Entwurf)

  und

– **DIN EN 349** "Sicherheit von Maschinen; Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen".

Nachfolgend sei beispielhaft auf einige fahrzeugkranspezifische Gefahrstellen hingewiesen. Ferner werden Maßnahmen zu ihrer Absicherung aufgezeigt.

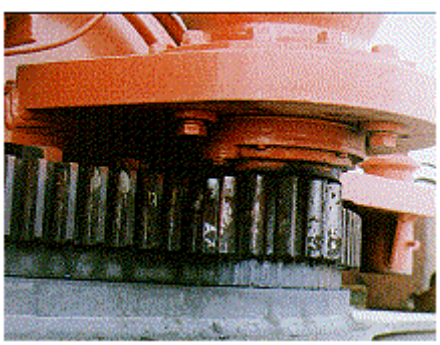


Abb. 21: Ungesicherter Drehwerkantrieb

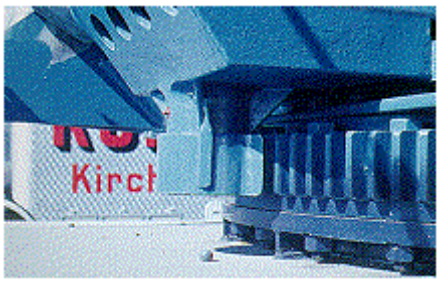


Abb. 22: Verkleideter Drehwerkantrieb

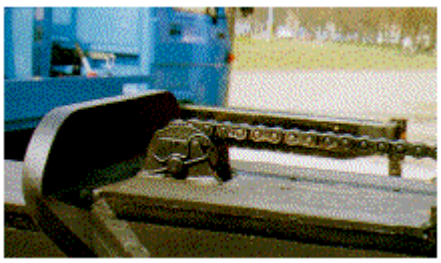


Abb. 23: Ungesicherter Kettentrieb

Einzugstellen (Abb. 21 bis 23), die durch Verkleidungen gesichert sein müssen, bilden z.B. offenliegende

– Zahnradantriebe des Drehwerkes,
– Ketten- oder Seilantriebe an Kranabstützungen

und

– Auflaufstellen des Hubseiles auf die Seilrollen der Unterflasche.

Fangstellen können an unverkleideten oder nicht abgedeckten Haupt- oder Nebenantriebswellen Unfälle durch Erfassen und Aufwickeln von Kleidungsteilen verursachen (Abb. 24 u. 25). Vorstehende Keile, Schrauben, Schmiernippel verstärken ihre Wirkung.

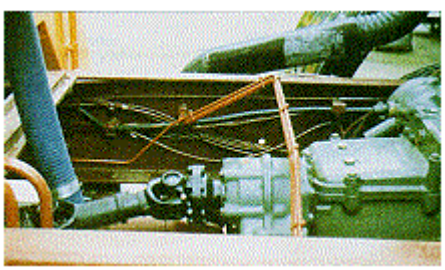


Abb. 24: Unverkleidete Welle des Nebenantriebes

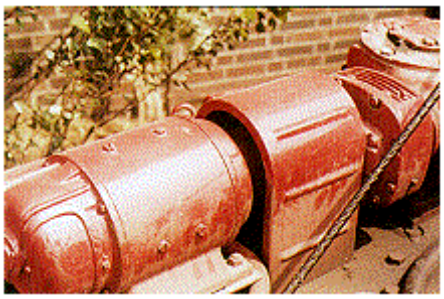


Abb. 25: Verkleidete Wellenkupplung

Die Gefahr des Einklemmens und Quetschens oder Abscherens kann insbesondere bestehen zwischen:

– Kranausleger und diesem zugewandten zu öffnenden Fenster der Krankabine (Abb. 26),

Abb. 26: Schutzgitter vor Kabinenfenster

– Kranausleger und Kransäule (Abb. 27),

Abb. 27: Scherstelle zwischen Hubarm und Kransäule

– geteilten Gegengewichten beim Auf- oder Abrüsten
und
– Kranunterwagen und drehbarem Oberwagen (Abb. 28).

Abb. 28: Quetschgefahr zwischen Ober- und Unterwagen

Bei letzterem lassen die durch die Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) begrenzten Fahrzeugabmessungen es nicht zu, den erforderlichen Sicherheitsabstand zwischen Ober- und Unterwagen zu verwirklichen. Eine Absicherung ist im Regelfall nur durch hinweisende Sicherheitstechnik in Form von Verbotsschildern und Warnanstrichen möglich.

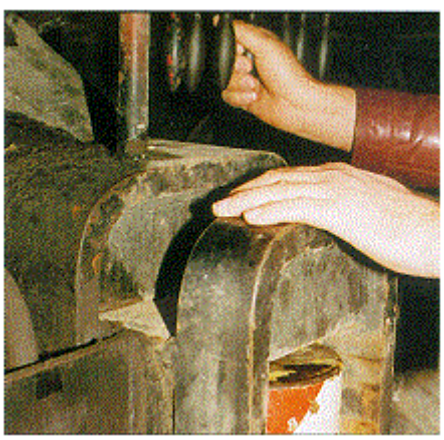


Abb. 29: Quetschstelle an Kranabstützung

Insbesondere an Kranabstützungen befinden sich häufig Quetsch- und Scherstellen (Abb. 29). Sie lassen sich nicht immer vollständig sichern. Dies gilt insbesondere für die nachträgliche Absicherung. Hier ist mindestens folgender Sicherheitstandard anzustreben:

– Die Stellteile für die Kranabstützungen müssen bezüglich Zuordnung und Schaltsinn gekennzeichnet und ohne Selbsthaltung ausgeführt sein.

– Am Kranunterwagen müssen die Stellteile so angeordnet sein, daß Gefahrstellen außerhalb der Reichweite des Betätigenden liegen.
– Da es sich um Stellteile zum Ingangsetzen und Stillsetzten gefahrbringender Bewegungen handelt, müssen sie an Stellen angeordnet sein, von denen aus die zu steuernden Bewegungen übersehen werden können. Sie müssen steuerungstechnisch so geschaltet sein, daß die Aus- und Einfahrbewegungen der Kranabstützungen nur von der Seite am Kranunterwagen steuerbar sind, wo der Betätigende die Bewegungen der Stützen sehen kann.
– Quetsch- und Scherstellen, bei denen es technisch möglich ist, sind ggf. nachträglich zu sichern. Genannt seien hier Entlastungs- oder Montageöffnungen in Abstützträgern. Betriebstechnisch notwendige Verriegelungsbohrungen können offen bleiben (Abb. 30 bis 32).

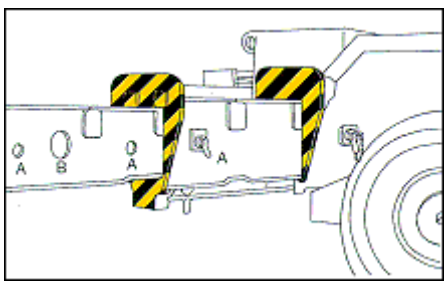


Abb. 30: Gefahrstellen an Abstützungen
A: Absteckbohrungen müssen offen bleibe
B: Entlastungs- oder Montageöffnungen verschließen

Abb. 31: Scherstelle in Abstützträger

Abb. 32: Gesicherte Entlastungs- oder Montageöffnung

Quetsch- und Scherstellen sind dann nicht als Gefahrstellen anzusehen, wenn die Sicherheitsabstände nach DIN EN 349 eingehalten sind (Abb. 33) oder wenn die scherend bewegten Teile eine für das gefährdete Körperteil abweisende Form haben. Technisch nicht zu sichernde Quetsch- und Scherstellen sind mindestens durch Warnanstrich zu kennzeichnen. Dieser ist zur Kennzeichnung von Gefahrstellen **schwarz/gelb** auszuführen. Ist gleichzeitig auch die Verkehrssicherheit betroffen, muß der Warnanstrich rot/weiß ausgeführt sein.

Eine Quetschstelle wird für die angegebenen Körperteile nicht als Gefahrquelle angesehen, wenn folgende Sicherheitsabstände nicht unterschritten werden und sichergestellt ist, daß das nächstgrößere Körperteil nicht hineingeraten kann:

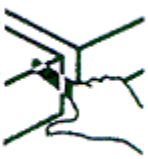
Körperteil	Körper	Kopf	Bein	Fuß	Arm	Hand Hangelenk Faust	Finger
Sicherheitsabstand	500 mm	300 mm	180 mm	120 mm		100 mm	25 mm
Bild							

Abb. 33: Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen (Auszug nach DIN EN 349)

Gefahrquellen

Gefahrquellen sind z.B. Stellen des Kranes, an denen von Hand bewegte Teile, wie **Abstützträger (Abb. 34)** und **mechanische Teleskope**, beim Ausziehen ungeführt herabfallen und Verletzungen bewirken können. Durch Anschläge oder gleichwertige konstruktive Maßnahmen muß das unkontrollierte Verlassen ihrer Führungen verhindert sein.

Abb. 34: Gefahrquelle handbewegter Abstützträger

Elektrische Anlage

Die elektrische Anlage des Kranes muß so beschaffen sein, daß keine Gefahren für Personen von ihr ausgehen. Dies ist dann der Fall, wenn sie nach den einschlägigen elektrotechnischen Regeln, z.B. den VDE-Bestimmungen, ausgeführt ist. Entsprechende europäische Normen, wie EN 60204-1:1992 "Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen Teil 1: Allgemeine Anforderungen", liegen bereits vor, andere werden noch erarbeitet. Fehlen elektrotechnische Regeln, müssen die aktiven Teile der elektrischen Anlage entsprechend ihrer Spannung, Frequenz, Verwendungsart und ihrem Betriebsort gegen direktes Berühren geschützt sein (Abb. 35). Fehlende Abdeckungen sind zu ergänzen und Leitungen mit beschädigten Isolierungen zu ersetzen.

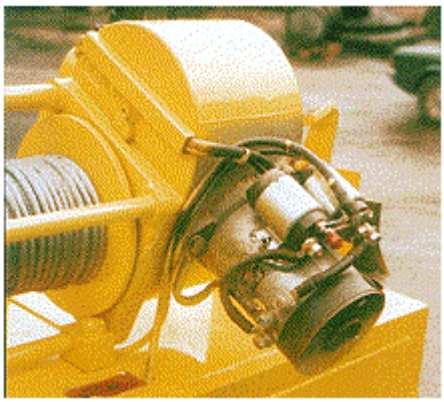


Abb. 35: Gefahr durch fehlende Abdeckung

Kranaufbau und -ausrüstung

Um einen sicheren Betrieb der gleisloser Fahrzeugkrane zu gewährleisten, ist die Erfüllung einer Reihe konstruktiver Maßnahmen erforderlich.

Fabrikschild

Der eindeutigen Identifizierung des Kranes dient das Fabrikschild (Abb. 36), welches folgende Angaben enthalten muß:

1. Hersteller oder Lieferer
2. Baujahr
3. Fabrik-Nr.
4. Typ
5. Typprüfungskennzeichen für typgeprüfte Krane

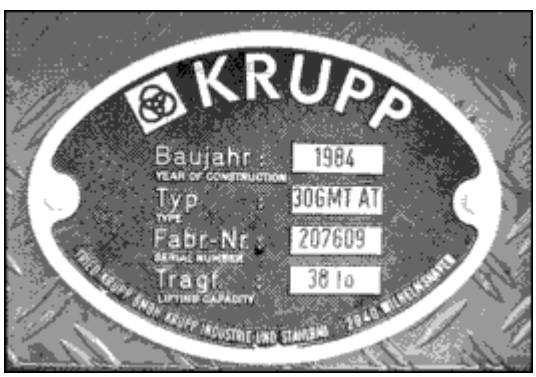


Abb. 36: Fabrikschild

Angabe der höchstzulässigen Belastung (Tragfähigkeitstabelle)

Kranführer und Hilfspersonen müssen vor Beginn der Kranarbeiten in die Lage versetzt werden, die dem jeweiligen Betriebszustand des Kranes zugeordnete zulässige Belastung festzustellen. Darum müssen an jedem Kran die Angaben über die höchstzulässigen Belastungen dauerhaft und leicht erkennbar angebracht sein.

Diese Forderung kann bei der Gruppe der gleislosen Fahrzeugkrane mit ihren vielen möglichen Bauarten durch sehr unterschiedliche Maßnahmen erfüllt werden. **Bei Kranen**

– **mit starrem Ausleger**,
wenn die höchstzulässige Belastung dauerhaft und leicht erkennbar angegeben ist;

– **mit veränderlicher Ausladung und Ausleger ohne Auslegerverlängerung**,
wenn eine Anzeige bzw. Angabe der für die jeweilige Ausladung höchstzulässigen Belastung vorhanden ist (Abb. 37);

Abb. 37: Lastanzeige

– **mit veränderlicher Ausladung und Auslegern, deren Auslegerlänge durch Einsetzen von Zwischenstücken verlängert werden kann**,
wenn eine Winkel- oder Ausladungsanzeige in Verbindung mit einer Tragfähigkeitstabelle im Führerhaus vorhanden ist (Abb. 38).

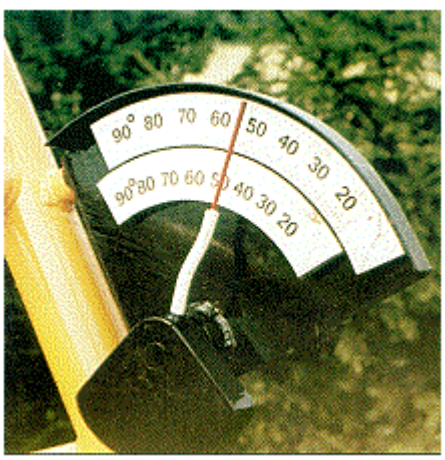


Abb. 38: Auslegerwinkelanzeiger

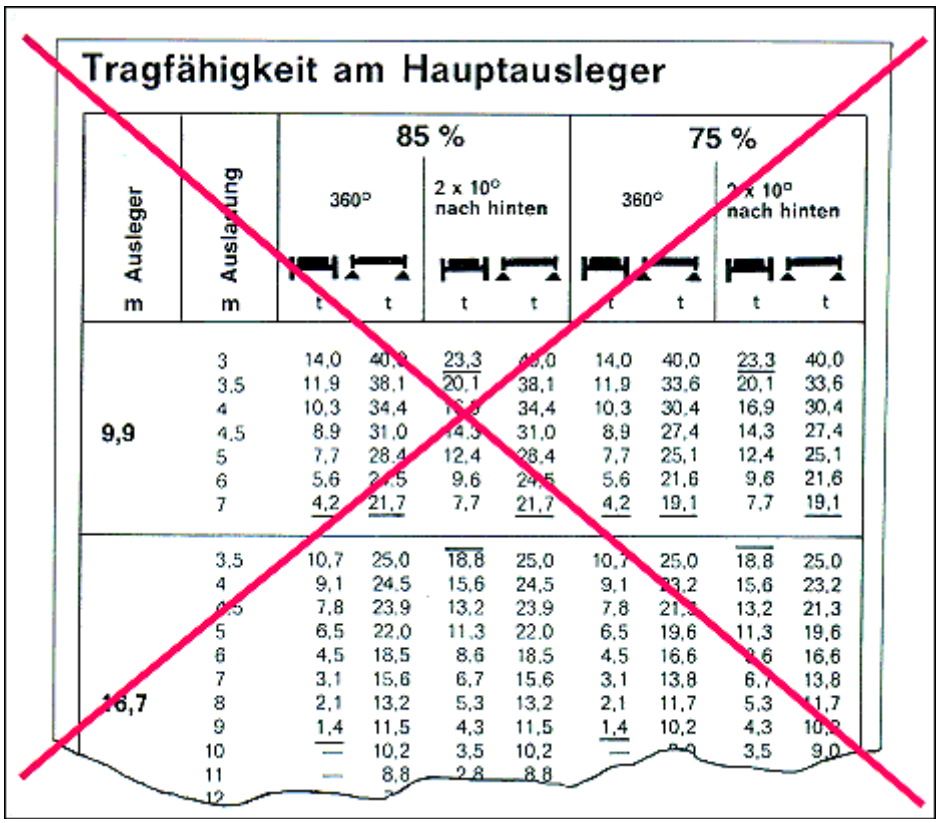
Ist der Kran mit einem Winkelanzeiger ausgerüstet, muß die Tabelle neben der Ausladung auch den Auslegerwinkel angeben (Abb. 39);

75% DIN 15019.2	TC 280 Hauptausleger									Doppelrollen-kopf		
Ausladung	Tragfähigkeit = Last einschließlich Unterflasche											
	Ausleger [m]											
	42			48			54				60	
	∠°	360°	2 x 10°	∠°	360°	2 x 10°	∠°	360°	2 x 10°	∠°	360°	2 x 10°
6	–	–	–	–	–	–						
7	82,9	30	30	83,8	22,5	22,5	–	–	–			
8	81,5	29	29	82,6	22,2	22,2	83,4	16	16	–	–	–
9	80,1	27,4	27,4	81,4	21,7	21,7	82,3	15,8	15,8	83,1	10,5	10,5
10	78,7	25,4	25,4	80,2	21,2	21,2	81,3	15,6	15,6	82,1	10,3	10,3
12	75,9	20,4	20,5	77,7	19,4	19,4	79,1	15,1	15,1	80,2	10	10
14	73,1	16,2	17,0	75,2	16,1	16,8	76,9	14,2	14,2	78,3	9,5	9,6
16	70,2	13,3	14,5	72,8	13,2	14,2	74,7	12,9	13,9	76,3	8,9	8,9
18	67,2	11,2	12,5	70,2	11,0	12,3	72,5	10,7	11,9	74,3	8,4	8,4
20	64,2	9,6	10,9	67,7	9,4	10,7	70,3	9,1	10,3	72,3	7,7	7,7
22	61,1	8,3	9,7	65,0	8,1	9,4	68,0	7,8	9,1	70,3	7,1	7,1
24	57,9	7,3	8,6	62,4	7,1	8,4	65,7	6,8	8,0	68,2	6,5	6,7
26	54,6	6,4	7,7	59,6	6,3	7,5	63,3	5,9	7,1	66,2	5,7	6,0

Abb. 39: Lasttabelle mit Angabe des Auslegerwinkels

– **mit veränderlicher Ausladung und Auslegern, deren Auslegerlänge durch Teleskopieren verändert werden kann**,
wenn sie eine Anzeige der jeweiligen Auslegerlänge und der Ausladung in Verbindung mit einer Tragfähigkeitstabelle im Führerhaus haben.

Die Angaben der höchstzulässigen Belastung in der Tragfähigkeitstabelle müssen die in der Bundesrepublik geltenden Regeln der Technik erfüllen. Die Werte müssen einer Nachprüfung auf der Grundlage der geltenden Normen standhalten. Angaben wie: **Tragkräfte überschreiten nicht 85 % der Kipplast** dürfen im und am Kran nicht vorhanden sein da sie die geltenden Normen und damit, die UVV "Krane" nicht erfüllen (Abb. 40)



Tragfähigkeit am Hauptausleger

Ausleger m	Ausladung m	85 % 360° t	85 % 360° t	85 % 2 x 10° nach hinten t	85 % 2 x 10° nach hinten t	75 % 360° t	75 % 360° t	75 % 2 x 10° nach hinten t	75 % 2 x 10° nach hinten t
9,9	3	14,0	40,0	23,3	40,0	14,0	40,0	23,3	40,0
	3,5	11,9	38,1	20,1	38,1	11,9	33,6	20,1	33,6
	4	10,3	34,4	16,9	34,4	10,3	30,4	16,9	30,4
	4,5	8,9	31,0	14,3	31,0	8,9	27,4	14,3	27,4
	5	7,7	28,4	12,4	28,4	7,7	25,1	12,4	25,1
	6	5,6	24,5	9,6	24,5	5,6	21,6	9,6	21,6
	7	4,2	21,7	7,7	21,7	4,2	19,1	7,7	19,1
16,7	3,5	10,7	25,0	18,8	25,0	10,7	25,0	18,8	25,0
	4	9,1	24,5	15,6	24,5	9,1	23,2	15,6	23,2
	4,5	7,8	23,9	13,2	23,9	7,8	21,3	13,2	21,3
	5	6,5	22,0	11,3	22,0	6,5	19,6	11,3	19,6
	6	4,5	18,5	8,6	18,5	4,5	16,6	8,6	16,6
	7	3,1	15,6	6,7	15,6	3,1	13,8	6,7	13,8
	8	2,1	13,2	5,3	13,2	2,1	11,7	5,3	11,7
	9	1,4	11,5	4,3	11,5	1,4	10,2	4,3	10,2
	10	—	10,2	3,5	10,2	—	9,0	3,5	9,0
	11	—	8,8	2,8	8,8				
	12								

Abb. 40: Nicht zulässige Tragfähigkeitstabelle

Benutzerinformation (Betriebsanleitung/Gebrauchsanweisung)

Müssen zur Verhütung von Gefahren bestimmte Verhaltensregeln beim Betrieb gleisloser Fahrzeugkrane oder bei deren Instandhaltung beachtet werden, hat der Hersteller oder Lieferer aufgrund des Gerätesicherheitsgesetzes eine **Gebrauchsanweisung** in deutscher Sprache mitzuliefern. Die **Gebrauchsanweisung/Betriebsanleitung** muß sich beim Kran befinden. Darin enthaltene Festlegungen sind beim Auf- Um- und Abrüsten, Betrieb und bei der Instandhaltung einzuhalten. Ihre Nichtbeachtung ist als "Nicht bestimmungsgemäßes Benutzen" zu werten.

Steuerstände

Steuerstände müssen so beschaffen und Steuereinrichtungen so beschaffen und angeordnet sein, daß der Kranführer den Kran sicher steuern kann. "Sicher steuern" heißt auch, daß der Kranführer den jeweiligen Arbeitsbereich des Kranes überblicken kann und daß die Steuereinrichtungen so ausgebildet und gekennzeichnet sind, daß ein Verwechseln vermieden wird. Die Beschriftung der Steuerhebel muß in deutscher Sprache oder durch Symbole erfolgen (Abb. 41). Begrüßenswert wäre eine genormte Anordnung der Steuerhebel bei allen Kranfabrikaten (Abb. 42).

Abb. 41: Kennzeichnung der Steuereinrichtungen

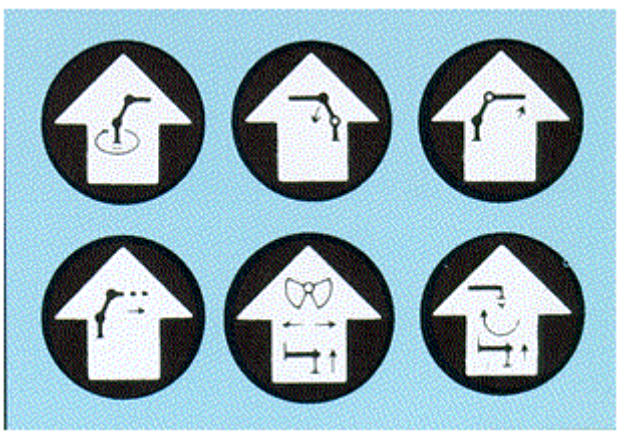


Abb 42: Kennzeichnung der Steuerhebel für Lkw-Ladekrane nach DIN 24900, Teil 21

"Sicher steuern" heißt ferner, daß Steuereinrichtungen so angeordnet oder Steuerstände so gesichert sein müssen daß der Kranführer am Steuerstand nicht durch Bauteile des Kranes gefährdet wird.

Gefederte und körpergerecht geformte Kranführersitze erleichtern die Bedienung des Kranes. Bei steilen Auslegersstellungen kann eine Kopfstütze für den Kranführer ein wertvolles Hilfsmittel sein Bei Kranen, deren Konstruktion den Einblick des Kranführers in bestimmte Schwenkbereiche (z.B. nach hinten) verhindert, muß durch bauliche Maßnahmen der Dreh- und Schwenkbereich so eingeschränkt werden, daß der Ausleger nicht in den "toten Winkel" geschwenkt werden kann. Für das Schwenken des, Auslegers in Straßenfahrstellung kann ein Überbrückungsschalter vorhanden sein. Dieser Schalter darf jedoch nicht im Kranführerhaus angebracht sein, um eine ständige Überbrückung der Drehbereichsbegrenzung zu erschweren.

Führerhaustüren

Um Verletzungen des Kranpersonals durch unbeabsichtigt zuschlagende Führerhaustüren zu verhindern, müssen Führerhaustüren im geöffneten Zustand durch besondere Einrichtungen dagegen gesichert werden können.

Ein- und Ausstiege, Aufstiege

Einen Unfallschwerpunkt bilden Unfälle beim Besteigen und Verlassen des Kranes, seines Steuerstandes oder sonstiger Arbeitsplätze, die zum Auf- und Abrüsten eingenommen werden müssen. Der Gestaltung sicher zu benutzender Ein- und Aufstiege, einschließlich zugeordneter Haltemöglichkeiten, ist darum besonderes Augenmerk zu widmen. Dazu gehört, daß Steuerstände, die mehr als 600 mm über dem Erdboden liegen, Aufstiege haben müssen. Führt der Aufstieg unmittelbar in das Führerhaus, so sind an dessen Eingang genügend lange Haltestangen vorzusehen (Abb. 43).

Abb. 43: Sicherer Aufstieg bei Straßenfahrstellung

Der Verwirklichung sicherer Aufstiege stehen häufig die Forderungen der StVZO bezüglich einzuhaltender Fahrzeug-Breite, -Länge und Achslasten entgegen. So finden sich Räder häufig an den Stellen, an denen ein ergonomisch gestalteter und bequem zu benutzender Aufstieg angeordnet sein müßte. Oder die Kranbreite gestattet nur noch die Anbringung abklappbarer Aufstiegsleitern anstelle von festen Aufstiegen. Zu berücksichtigen ist auch, daß der Kransteuerstand vom Kranführer nicht nur in "Straßenfahrstellung" bestiegen und verlassen werden muß, sondern auch dann, wenn er – gedreht zum Unterwagen – in anderen Stellungen steht.

Bei Trittbreite, Trittabstand, Fußraumtiefe (Abb. 44) und Ausführung von Haltegriffen sind die ergonomischen Maße der Benutzer zu berücksichtigen. Für den Einsatz im Freien sind Trittflächen mit einer rutschhemmenden Oberfläche zu versehen.

Abb. 44: Aufstieg mit ausreichender Fußraumtiefe

Begehbare Flächen, Laufstege und Arbeitsbühnen sollen bezüglich ihrer Rutschhemmung mindestens der Bewertungsgruppe R 12 oder R 13 "Merkblatt für Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr" (ZH 1/571) entsprechen. Kein sicheres Steigen ermöglichen

- Reifen (Abb. 45),
- ringförmige Tritte an Radnaben oder Felgen und
- Metallsprossen mit rundem Querschnitt (Abb. 46).

Sie sind daher unzulässig.

Abb. 45: Unzulässiger Aufstieg über Reifen

Abb. 46: Unsicherer Aufstieg über Rundsprossen und Nabenringtritt

Weniger geeignet sind Trittmulden. Sie müssen beim Herabsteigen mit dem Fuß ertastet werden. Ein Verfehlen kann Abgleiten und Absturz zur Folge haben. Lassen sich Trittmulden nicht vermeiden, sollten sie so breit und hoch wie möglich und in einer Fluchtlinie übereinander angeordnet sein. Durch zugeordnete Haltemöglichkeiten muß ihre Lage – insbesondere beim Herabsteigen – eindeutig sein.

Können bei Rüstarbeiten am Kran hoch gelegene Arbeitsplätze nicht über kraneigene Aufstiege und Laufstege gefahrlos erreicht werden, sind vom Kranbetreiber geeignete Leitern oder Tritte bereitzustellen. Es empfiehlt sich daher, auf dem Kran grundsätzlich eine geeignete Leiter mitzuführen (Abb. 47). Sie kann z.B. auch beim Anschlagen von Lasten ein sicheres Besteigen zum Erreichen der Anschlagpunkte gewährleisten.

Abb. 47: Leitereinsatz bei Rüstarbeiten

Unbefugte dürfen Krane nicht besteigen. Befugte nur dann, wenn sie sich vorher mit dem Kranführer verständigt haben. An jedem Kranaufstieg muß darum ein Schild angebracht sein, das Unbefugten den Aufstieg untersagt (Abb. 48).

Abb. 48: Aufstiegsverbot für Unbefugte

Aushang der Betriebsvorschriften

Bedienungsfehler durch den Kranführer können die Sicherheit in Frage stellen. Die Einhaltung von bestimmten Regeln muß daher zur Vorschrift erhoben werden. Diese Forderungen sind in den §§ 29 bis 43 der UVV "Krane" niedergelegt. Bei kraftbetriebenen Kranen müssen sie in Form eines Aushanges an oder in der Nähe der Steuereinrichtungen so angebracht sein (Abb. 49), daß sie für den Kranführer jederzeit einsehbar sind.

Abb. 49: Aushang der Betriebsvorschriften

Drehwerksverriegelungen

Eine Verriegelung des Drehwerkes ist zum einen notwendig, um das unbeabsichtigte Drehen des Kranoberwagens während der Straßenfahrt verhindern zu können. Zum anderen wird sie beim Verfahren des Kranes mit aufgerüstetem Ausleger bzw. beim Verfahren des Kranes mit angehobener Last benötigt (Abb. 50).

Abb. 50: Drehwerksverriegelung

Rückfallsicherungen

Bei Auslegern, die mit Seileinziehwerken verstellt werden (Gittermasthauptausleger, wippbare Spitzenausleger), besteht die Gefahr, daß der Ausleger nach hinten zurück- oder überschlagen kann. Dem kann durch sogenannte Rückfallsicherungen begegnet werden (Abb. 51).

Abb. 51: Rückfallsicherung

Die Gefahr besteht insbesondere bei steilen Auslegerstellungen,

– wenn der Ausleger durch plötzliches Entlasten (Herabfallen der Last) entspannt wird

  oder

– bei Arbeiten im direkten Strang.

Beim Anheben der Last mit dem Hubwerk wirkt an der Auslegerspitze eine rückwärts gerichtete Kraft. Dadurch kann ein steil stehender Ausleger nach "hinten" gezogen werden.

Abgasleitungen (Auspuff)

Durch den Einsatz von Verbrennungsmotoren ergeben sich spezifische Gefährdungen, da deren Abgase Gesundheitsgefährdungen und Belästigungen verursachen. Außerdem besteht die Möglichkeit der Verbrennung an heißen Oberflächen, wenn diese eine Temperatur von mehr als 60 °C annehmen können (Abb. 52). Darum müssen Mündungen von Auspuffleitungen so angeordnet sein, daß die austretenden Abgase nicht auf Personen gerichtet sind. Sie dürfen auch nicht dort enden, wo die Stellteile für die Kranabstützung am Unterwagen angeordnet sind.

Abb. 52: Verbrennungsgefahr an unverkleidetem Auspuff

Möglichen Verbrennungsgefahren muß durch Verkleidung der Auspuffleitungen mit einem Berührungsschutz vorgebeugt werden (Abb. 53). Bei der Ausführung und Gestaltung sind die Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen einzuhalten (siehe DIN EN 294).

Abb. 53: Auspuff mit Berührungsschutz

Ferner ist zu berücksichtigen, ob Abgasleitungen dann im Arbeits- und Verkehrsbereich liegen oder erreichbar sind, wenn der Unterwagen bzw. Kranoberwagen begehbar ist oder zum Auf- und Abrüsten begangen werden muß.

Lärmschutz

Der Kran muß unter Anwendung der fortschrittlichen, in der Praxis bewährten Regeln der Lärmminderungstechnik so gebaut sein, daß auf den Kranführer kein das Gehör schädigender Lärm einwirkt (Abb. 54). Das ist dann der Fall, wenn der Beurteilungspegel 85 dB(A) nicht erreicht.

Abb. 54: Lärmminderung durch technische Maßnahmen

In der Betriebsanleitung müssen vom Hersteller unter Berücksichtigung der Maschinenlärminformations-Verordnung (3. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz) Angaben über das bei üblichen Einsatzbedingungen vom Kran ausgehende Geräusch enthalten sein. Sind die technischen Lärmminderungsmaßnahmen ausgeschöpft und wirkt dennoch auf den Kranführer Lärm ein (z.B. ortsbezogener Beurteilungspegel 85 dB(A) oder mehr), so hat der Unternehmer dem Kranführer persönliche Schallschutzmittel zur Verfügung zu stellen. Weiterhin hat er ihn über die Gefahren durch Lärm zu unterrichten. Bei einem ortsbezogenem Beurteilungspegel von 90 dB(A) und darüber ist das Kranführerhaus als Lärmbereich zu kennzeichnen (Abb. 55). Zur Verfügung gestellte persönliche Schallschutzmittel sind zu benutzen. Außerdem hat der Kranbetreiber dafür zu sorgen, daß Kranführer, deren Kran als Lärmbereich gekennzeichnet ist, durch arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen überwacht werden. Näheres bestimmt die UVV "Lärm" (VBG 121) bzw. die UVV "Arbeitsmedizinische Vorsorge" (VBG 100).

Abb. 55: Kennzeichnung eines Lärmbereichs

§ 23 StVO schließt grundsätzlich das Tragen von Gehörschutz bei der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr aus. Unter ganz bestimmten Voraussetzungen ist dies jedoch zulässig, und zwar dann, wenn

– das Führerhaus ein Lärmbereich ist,
– die Gehörschützer für diesen besonderen Einsatzzweck geeignet sind

  und

– die Notwendigkeit des Tragens sowie die Eignung derjeweiligen Gehörschützer durch eine von der zuständigen Berufsgenossenschaft auszustellende Bescheinigung nachgewiesen ist. Diese Bescheinigung ist im Fahrzeug mitzuführen und auf Verlangen der Polizei vorzulegen.

Die Eignung der Gehörschützer für diesen besonderen Einsatzzweck bezieht sich im wesentlichen auf die Hörbarkeit von Warnsignalen im Straßenverkehr.

Abb. 56: Im Lärmbereich sind geeignete persönliche Schallschutzmittel zu tragen

Winden, Hub- und Zuggeräte

Die einzelnen Bewegungen des Kranes, z.B. zum

– Heben und Senken der Last,
– Heben und Senken des Auslegers,
– Teleskopieren des Auslegers,
– Bewegen von Gegengewichten

und

– Betätigen der Abstützung

werden mit Hilfe von **Winden** oder **hydraulischen Kolbengeräten (Hydraulikzylindern)** ausgeführt. Diese können entweder handbetrieben oder kraftbetrieben sein.

Bei diesen Gerätearten ist zu unterscheiden zwischen solchen zum Heben von Lasten und solchen zum Ziehen oder Drücken von Lasten in der Waagerechten. Last ist dabei nicht nur die im Kranhaken hängende Last, sondern auch das Gewicht (die Masse) von Kranbauteilen, die mit diesen Geräten bewegt werden. Als Heben von Lasten gilt auch ein Ziehen oder Drücken von Lasten auf "schrägen Ebenen".

Geräte zum Heben von Lasten

Winden, Hub- und Zuggeräte, die zum Heben von Lasten bestimmt sind, müssen die angehobene Last in der jeweiligen Stellung sicher halten. Außerdem muß ein ungewolltes Zurücklaufen (Absinken) der Last verhindert sein. Desweiteren müssen die Geräte eine Bremseinrichtung haben, mit der die Last aus jeder Richtung abgebremst und gehalten werden kann. Beide, sowohl die Rücklaufsicherung als auch die Bremseinrichtung, müssen selbsttätig wirken (Abb. 57).

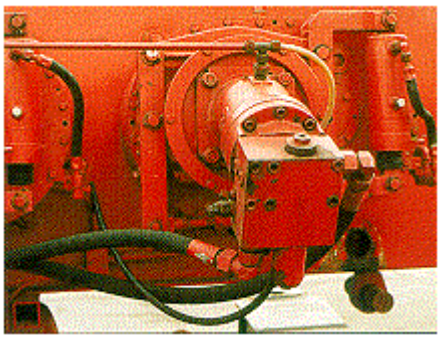


Abb. 57: Selbsttätig wirkende Hubwerksbremse

Als **Rücklaufsicherungen** kommen in Frage:

– selbsthemmende Antriebe
– selbsttätig wirkende Bremsen
– Daumen-, Rollen- und ähnliche Gesperre (Abb. 58)
– Rückschlagventile, Steuerventile.

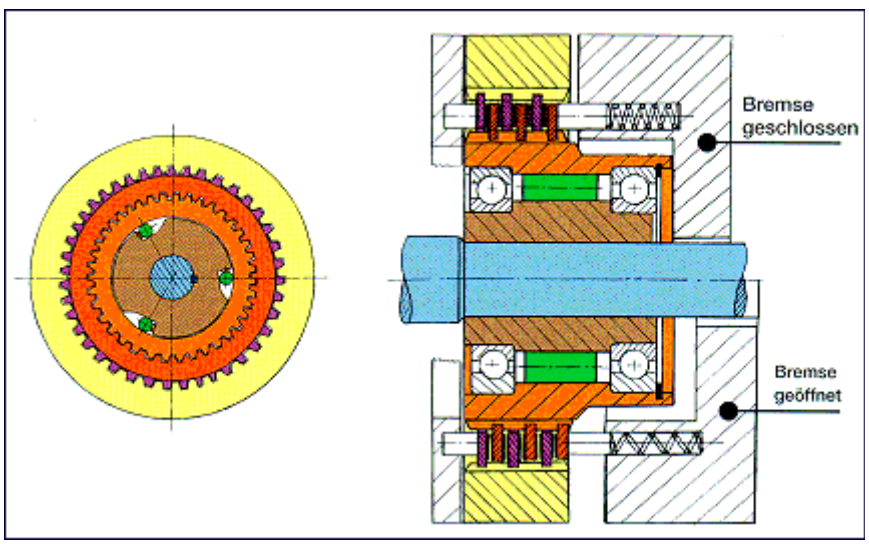


Abb. 58: Rücklaufsicherung für Kranhubwerk

Die Forderung nach einer selbsttätig wirkenden Bremseinrichtung kann z.B. erfüllt werden durch

– selbsthemmende Antriebe,
– selbsttätig wirkende Bremsen

oder

– Einrichtungen in hydraulischen Systemen, die ein Absinken der Last verhindern.

Daraus folgt, daß Winden mit einer fußbetätigten Bremse in Kranen nicht mehr zulässig sind (Abb. 59).

Abb. 59: Unzulässige – fußbetätigte – Hubwerksbremse

Gleislose Fahrzeugkrane, bei denen das Hubwerk und das Auslegereinziehwerk oder eines der beiden mechanisch gesteuert wird und die bis zum 31.03.1964 in Betrieb genommen wurden, dürfen weiterbetrieben werden. Ihre Einsatzmöglichkeiten sind jedoch eingeschränkt. Sie dürfen z.B. nicht eingesetzt werden

– für das Befördern von Personen mit Personenaufnahmemitteln
– wo Lasten über Personen hinweggeführt werden müssen.

Sicherung gegen freien Fall

Im Gegensatz zu Hubwerken von Seilbaggern müssen gleislose Fahrzeugkrane so eingerichtet sein, daß das Ablassen der Last im freien Fall nicht möglich ist. Dabei ist als "freier Fall" zu verstehen eine infolge der Erdanziehung fortgesetzt steigende Senkgeschwindigkeit. Für gleislose Fahrzeugkrane, bei denen das Hubwerk und das Auslegereinziehwerk oder eines der beiden mechanisch gesteuert wird, gelten für den "freien Fall" die gleichen Ausnahmen und Einsatzbeschränkungen wie bei den Kranen, die noch mit einer fußbetätigten Windenbremse ausgerüstet sind.

Seiltriebe

Zu einem "Seiltrieb" im Sinne der Normung gehören auf Seiltrommeln und/oder über Seilrollen laufende Drahtseile sowie die zugehörigen Seiltrommeln und Seilrollen. Einschlägige Regel der Technik für die Bemessung der Seiltriebe von Hebezeugen ist DIN 15020 Teil 1 "Hebezeuge; Grundsätze für Seiltriebe, Berechnung und Ausführung". Auf der Grundlage dieser Norm sind

– der Seildurchmesser,
– der Trommeldurchmesser der Winde,
– der Durchmesser von Seilrollen und Ausgleichsrollen

zu bestimmen.

Dazu sind die Seiltriebe in Abhängigkeit von der Höhe der zu erwartenden Belastungen (Lastkollektiv) und der mittleren Laufzeit je Tag (Laufzeitklasse) in Triebwerkgruppen einzustufen. Die Seiltriebe von gleislosen Fahrzeugkranen sind im allgemeinen wie folgt eingestuft:

– Montagebetrieb: Triebwerkgruppe 1 B_m

– Montage- und zeitweiliger Umschlagbetrieb: Triebwerkgruppe 1 A_m

Darüber hinaus gilt für **Seiltrommeln** und **Seilrollen**:

Seilbefestigungen an Seiltrommeln müssen so ausgebildet sein, daß die Seile an den Trommeln sicher und ohne Abknickung befestigt werden können. Die Seilbefestigung muß das 2,5fache der Seilzugkraft aufnehmen können. Dabei kann die Reibung der auf der Trommel verbleibenden Seilwindungen berücksichtigt werden.

Damit die von der Last herrührende Zugkraft nicht direkt auf die Seilbefestigung an der Seiltrommel übertragen und das Hubseil bei Arbeiten "unter Flur" nicht gegenläufig aufgetrommelt wird, muß sichergestellt sein, daß bei tiefster Stellung des Tragmittels (Unterflasche, Hakengeschirr) noch **mindestens 2 Seilwindungen** (Abb. 60 u. 61) auf der Seiltrommel verbleiben (siehe § 35 Abs. 2 UVV "Winden, Hub- und Zuggeräte" (VBG 8) und Abschnitt 7.1 DIN 15020 Teil 1).

Abb. 60: "Sicherheits"-Seilwindungen

Abb. 61: Unzulässig weit abgelassenes Windenseil

Durch Über- oder Durcheinanderwickeln des Seiles auf der Windentrommel wird dieses übermäßig beansprucht. Außerdem kann es unter Last zum Ab- oder Wegrutschen des "aufgetürmten" Seiles kommen. Dies hat im Seil unerwünschte "Schläge" und zusätzliche dynamische Beanspruchungen auch des Krantragwerkes zur Folge. Hubwerke oder Auslegereinziehwerke von Kranen müssen daher so ausgebildet sein, daß ein gleichmäßiges Aufwickeln der Seile auf den Trommeln gewährleistet ist. Um dieses Ziel zu erreichen, können z.B.

– Seilrillen (Abb. 62),
– Seilwickler,
– Seilspannrollen

erforderlich werden. Die Wahl der Schutzmaßnahme ist freigestellt. Wesentlich ist, daß das Schutzziel erreicht wird.

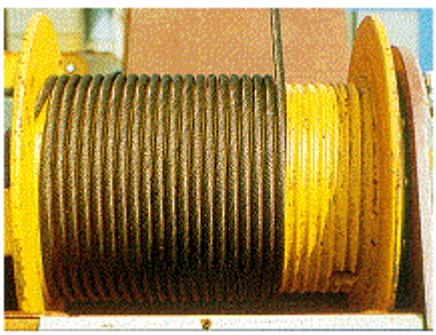


Abb. 62: Gleichmäßige Seilentwicklung durch Seilrillen

Die Seile sollen von Seiltrommeln oder Seilrollen weder unter Last noch bei Schlaffseilbildung seitlich ablaufen oder herausspringen können. Dies kann bei Seiltrommeln erreicht werden durch

– Bordscheiben,
– Fangkörbe über Bordscheiben

oder

– Seilwickeleinrichtungen in Verbindung mit Bordscheiben.

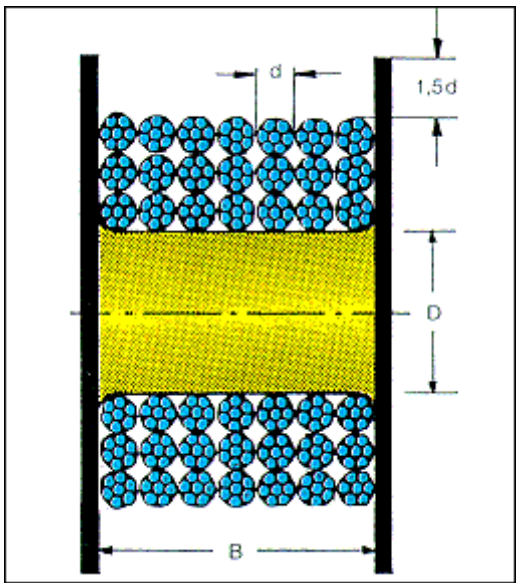


Abb. 63: Bordscheibenüberstand an Trommelwinden

Bordscheiben als alleinige Sicherung sind dann geeignet, wenn ihr Überstand über die obere Seillage **mindestens das 1,5fache des Seildurchmessers** (d) beträgt (Abb. 63). Dieser Mindestüberstand muß auch nach einem Seilwechsel erhalten bleiben.

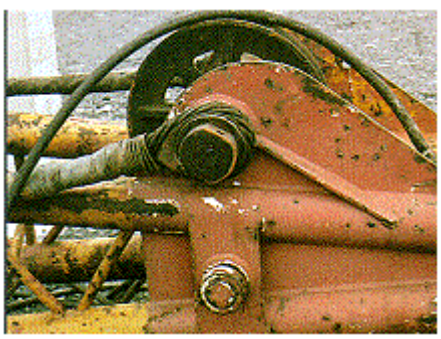


Abb. 64: Fehlender Aussetzbügel

Bei Seilrollen kann das seitliche Ablaufen oder Herausspringen der Seile verhindert werden durch

– Aussetzbügel (Abb. 65)

  oder

– Kapselung (schalenförmige Abdeckung über der Seilrolle (Abb. 66)).

Abb. 65: Aussetzbügel

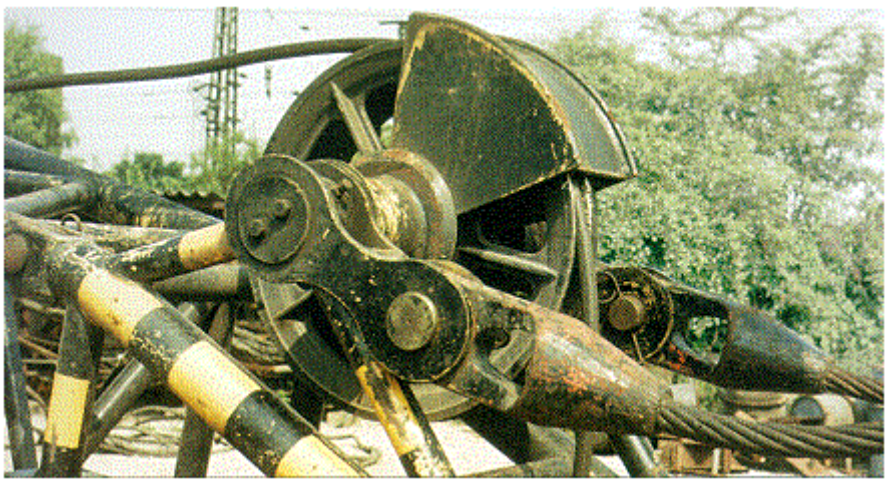


Abb. 66: Kapselung an einer Umlenkrolle

Werden Aussetzbügel verwendet, soll das Spiel (a) zwischen Aussetzbügel und Seilrolle gemäß Abschnitt 7.3 DIN 15020 Teil 1

1/3 Seildurchmesser oder **10 mm**

nicht überschreiten (wobei der kleinere Wert maßgebend ist),damit der Bügel seine Schutzfunktion erfüllen kann (Abb. 67).

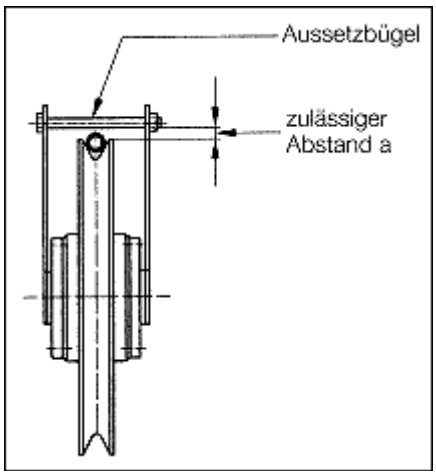


Abb. 67: Zulässiger Abstand a zwischen Seilrolle und Aussetzbügel nach DIN 15020 Teil 1

Seildurchmesser und Rillenprofil von Seiltrommeln und Seilrollen müssen aufeinander abgestimmt sein. Dadurch wird die Beanspruchung im Seil möglichst gering gehalten und eine ausreichende Aufliegezeit des Seiles sichergestellt.

Entsprechende Festlegungen enthalten

– DIN 15061 Teil 1 "Hebezeuge; Rillenprofile für Seilrollen"

  und

– DIN 15061 Teil 2 "Krane; Rillenprofile für Seiltrommeln".

Ist der Rillenhalbmesser im Laufe der Betriebszeit zu groß geworden, dann **sollen** die Rillen nachgearbeitet werden. Ist der Rillenhalbmesser zu klein geworden, dann **müssen** die Rillen nachgearbeitet werden. Letzteres gilt auch, wenn durch Verschleiß an der Rille Kanten entstanden sind, die zu örtlichen Überbeanspruchungen oder Beschädigungen des Drahtseiles führen können.

Handbetriebene Winden

Die voranstehend erwähnten Anforderungen für Seilwinden gelten auch für handbetriebene Winden. Diese müssen darüber hinaus so eingerichtet sein, daß

– Kurbeln, Hebel oder Handräder mit Speichen unter Last nicht mehr als 15 cm zurückschlagen können (Rückschlagsicherung),

– die Drehrichtung von Kurbeln unter Last bei allen Übersetzungen gleich bleibt

  und

– abnehmbare Kurbeln und Hebel gegen Abgleiten oder unbeabsichtigtes Abziehen gesichert werden können.

Die Forderung nach Vorhandensein einer

– Kurbelrückschlagsicherung,
– Rücklaufsicherung

und

– selbsttätig wirkenden Bremse

kann bei handbetriebenen Winden erfüllt werden durch

– einen selbsthemmenden Antrieb (Abb. 68)

oder

– ein sog. **Lastdruckgesperre**, bestehend aus Sperrad, Lastdruckbremse und zweiteilig ausgeführter Sperrklinke, deren beide Teile zwangläufig wechselseitig in Eingriff kommen (Abb. 69).

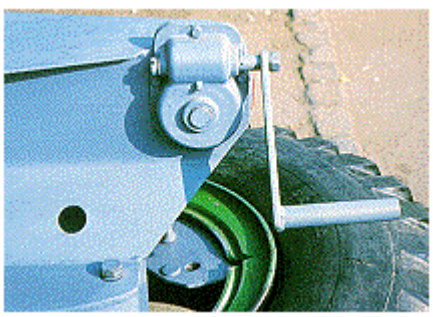


Abb. 68: Selbsthemmender Windenantrieb

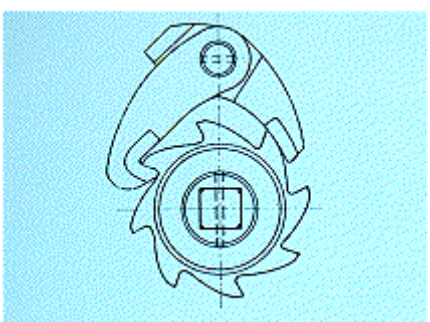


Abb. 69: Lastdruckgesperre mit zweiteiliger Doppelsperrklinke

Sicherheitseinrichtungen von Winden, Hub- und Zuggeräten müssen so beschaffen und angeordnet sein, daß Eingriffe in die Sicherheitseinrichtung ohne Zuhilfenahme von Werkzeug nicht möglich sind. Die nachfolgend abgebildeten Sperreinrichtungen von handbetriebenen Winden sind unzulässig. Sie wirken nicht selbsttätig bzw. sind so beschaffen und angeordnet, daß Eingriffe ohne Zuhilfenahme von Werkzeugen möglich sind, d.h., Sperrklinken können außer Eingriff gebracht werden (Abb. 70).

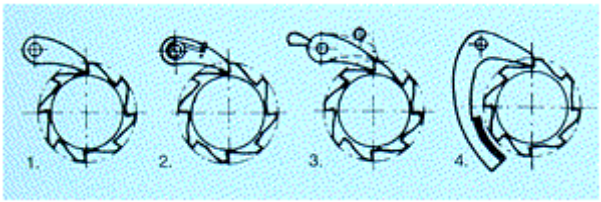


Abb. 70: Unzulässige Sperreinrichtungen

Winden zum Bergen oder zum Ziehen von Lasten

Beim Bergen von Fahrzeugen oder Ziehen von Lasten mit Winden kann sich die Last auf ihrem Lastweg so verhaken, verklemmen oder festsetzen, daß zusätzliche unkontrollierte Kräfte auftreten können. Darum müssen derartige Geräte mit einer Sicherung gegen Überlastung ausgerüstet sein. Als solche kommen in Frage:

– Hub- und Zugkraftbegrenzer
– Rutschkupplungen
– Druckbegrenzungsventile
– entsprechende Länge von Kurbeln und Hebeln bei muskelkraftbetriebenen Winden

Hydraulische Geräte

Hydraulische Geräte – Winden oder Hydraulikzylinder – müssen grundsätzlich mit einer Sicherung gegen Überlastung, z.B. einem Druckbegrenzungsventil, ausgerüstet sein.

Hydraulik-Zylinder

Die Berechnung und Bemessung von Hydraulikzylindern und zugehörigen Stahlrohren erfolgt nach den einschlägigen Normen für Hydraulikzylinder und für Stahlrohre bei Beanspruchung durch Innendruck.

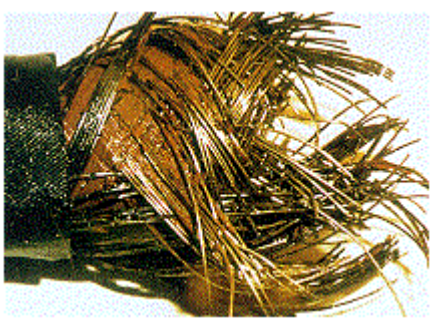


Abb. 71: Geplatzte Hydraulikschlauchleitung

Eine spezifische Gefahr bei der Anwendung von Hydraulikzylindern in Hebezeugen besteht darin, daß ein Bruch der Zuführungs-Schläuche oder -Leitungen (Abb. 71) ein ungewolltes Absinken/Einfahren des Zylinders zur Folge hat. Dem muß durch Einbau von sog. Schlauch- oder Leitungsbruchsicherungen begegnet werden (Abb. 72). Art und Ausführung der Sicherungen sind im Einzelnen nicht festgelegt, sondern richten sich nach der möglichen Gefährdung im Versagensfalle.

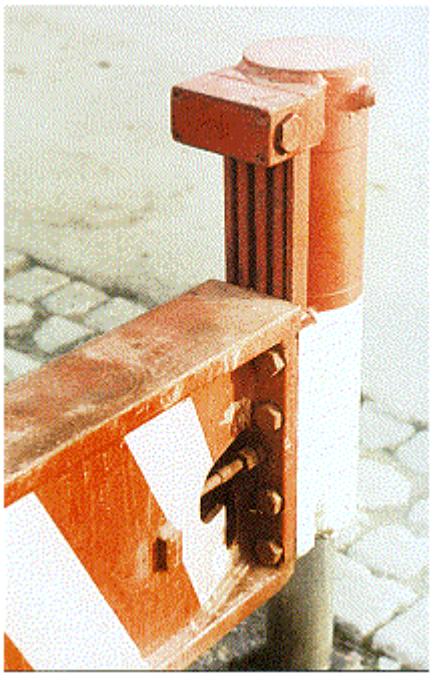


Abb. 72: Entsperrbares Rückschlagventil sichert Kranabstützung

Leitungs- oder Rohrbruchsicherungen werden nur beim Abreißen der Schlauch- oder Rohrleitung oder bei größeren Undichtigkeiten wirksam. Überall da, wo Personen unmittelbar gefährdet sind, müssen höherwertige Sicherungen verwendet werden, die auch bei geringeren Leckagen wirken, z.B. hydraulisch entsperrbare Rückschlagventile. Der Einbau soll möglichst im oder unmittelbar am Zylinder erfolgen. Die Sicherung darf nicht durch Schläuche mit dem abzusichernden Zylinder verbunden sein. Verbindungsrohrleitungen sind geschützt zu verlegen.

Hydraulik-Schlauchleitungen

Die Ausführung, Verwendung, Verlegung, Überwachung und das Auswechseln von Hydraulik-Schlauchleitungen ist in den **"Sicherheitsregeln für Hydraulik-Schlauchleitungen"** (ZH 1/74) geregelt. Dort wird auch auf die einschlägigen Normen verwiesen. Auf eine normgerechte Ausführung und ordnungsgemäße Verlegung ist zu achten. Am Kransteuerstand sowie an Plätzen mit Stellteilen sind Schlauchleitungen so zu verlegen oder mit Schutzüberzügen (Abb. 73) oder Abschirmungen zu versehen, daß die dort Tätigen durch unter Druck austretende Hydraulikflüssigkeit oder herumschlagende Schläuche nicht verletzt werden können. Diese Gefahr ist in der Regel dann gegeben, wenn Schläuche in einem Abstand von weniger als 0,5 m von Personen entfernt verlaufen. Auch möglicher Entzündung der Hydraulik-Flüssigkeit an Zündquellen oder heißen Kranteilen ist vorzubeugen.

Abb. 73: Hydraulikschlauchleitungen mit Schutzüberzug im Bereich des Hochsitzes

Schlauchleitungen unterliegen einer natürlichen Alterung, dadurch sind ihre Lager- und Verwendungszeiten begrenzt. Es ist dafür zu sorgen, daß Schlauchleitungen in angemessenen Zeitabständen ausgewechselt werden, auch wenn sie keine äußeren Verschleißerscheinungen zeigen. Die Verwendungsdauer – einschließlich Lagerzeit – beträgt im allgemeinen max. 6 Jahre.

Sicherheitseinrichtungen

Vorrangige Aufgabe des Kranführers bei der Kranarbeit ist es, die Last auf ihrem Lastweg zu beobachten. Sei Last-Leerfahrt gilt dies für das Tragmittel und die Lastaufnahmemittel. Zeitgleich mit der Lastbewegung können am Kran auch andere Bewegungen ablaufen, die Gefahrenzustände zur Folge haben können (Abb. 74, 75). Die im Menschen begründete Begrenzung in der Erfassung mehrerer gleichzeitig ablaufender Vorgänge macht es erforderlich, zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, um mögliche Gefahren abzuwenden. Bewegungen von Teilen des Kranes können durch technische Maßnahmen überwacht und entstehende Gefahrenzustände selbsttätig – ohne Eingreifen des Kranführers – vermieden werden.

Abb. 74, 75: Folge eines nicht wirksamen Auslegerendschalters

Einrichtungen dieser Art sind z.B.

– Notendhalteinrichtungen
  und
– Lastmomentbegrenzer.

Notendhalteinrichtungen (Notendschalter)

Durch selbsttätig wirkende **Notendhalteinrichtungen** müssen **an gleislosen Fahrzeugkranen** mindestens folgende kraftbetriebene Bewegungen begrenzt sein:

– die Aufwärtsbewegung von Hubwerken (**Hubendschalter** (Abb. 76))

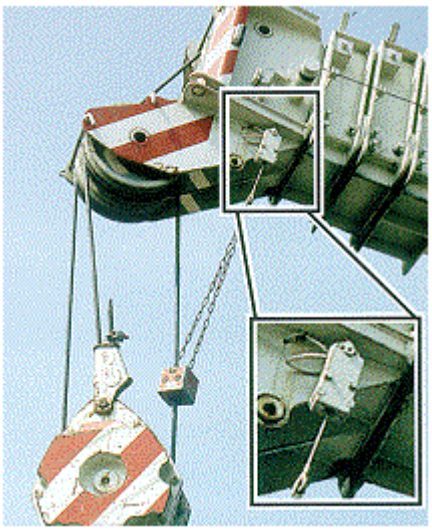


Abb. 76: Hubendschalter

– die Aufwärtsbewegung von Auslegereinziehwerken (**Auslegerendschalter** (Abb. 77))

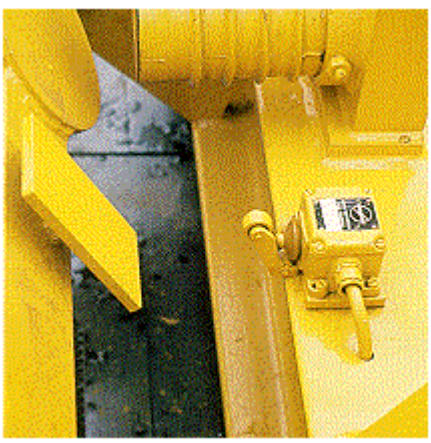


Abb. 77: Auslegerendschalter

– die Abwärtsbewegung von (Spitzen-) Auslegern, sofern sie unter Last verstellt werden können (**Auslegersenkendschalter**)
– die Senkbewegung bei Hubwerken, wenn die Gefahr des gegenläufigen Auftrommelns des Tragseiles gegeben ist (**Senkendschalter** (Abb. 78)) Dies gilt für Krane, die ab dem 01.12.1974 erstmals in Betrieb genommen wurden. Eine Nachrüstpflicht für ältere Krane besteht nicht, ist aber zu empfehlen.

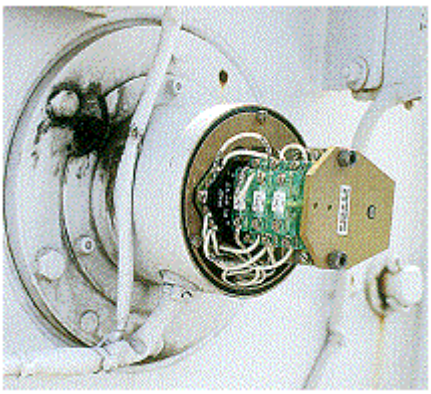


Abb. 78: Senkendschalter

Notendhalteinrichtungen sind z.B.:

– **Notendschalter**, bei deren Anbringung der Nachlaufweg berücksichtigt ist
– **einstellbare Rutschkupplungen**, die die Arbeitsbewegungen gefahrlos begrenzen
– **Überdruckventile** in hydraulischen und pneumatischen Systemen, die die Arbeitsbewegungen begrenzen

Andere technische Lösungen können gewählt werden, wenn die gleiche Sicherheit durch sie erreicht wird.

Notendhalteinrichtungen müssen so beschaffen sein, daß nach ihrem Ansprechen die jeweils entgegengesetzte Bewegung noch möglich ist. Ferner müssen Folgegefahren durch Bewegungen anderer Hub- oder Einziehwerke ausgeschlossen sein. So muß nach dem Wirksamwerden des Hubendschalters sichergestellt sein, daß Ausleger nicht abgesenkt und Teleskope nicht ausgeschoben werden können, wenn dadurch Seilbruchgefahr besteht. Notendhalteinrichtungen müssen geeignet, vollständig und wirksam sein, wenn sie die an sie gestellten Anforderungen erfüllen sollen. An einem gleislosen **Fahrzeugkran mit Teleskophauptausleger** ist dies z.B. dann der Fall, wenn die in Tabelle 2 angeführten Kranbewegungen selbsttätig abgeschaltet werden. **Bei Fahrzeugkranen** mit unter Last verstellbarem Spitzenausleger (Wippspitze) **müssen für die Wippspitze** ferner **vorhanden sein:**

– Hubendschalter
– Senkendschalter für das Hubwerk
– Auslegerendschalter für die steilste Stellung der Wippspitze
– Auslegerendschalter für die flachste (tiefste) Stellung der Wippspitze

Tabelle 2: Wirksamkeit von Notendhalteinrichtungen

Notendhalt-einrichtungen	Abzuschaltende Bewegung
Hub-endschalter	– Unterflasche/Hakenengeschirr heben – Teleskop(e) ausfahren, – Ausleger senken, wenn dadurch Seilbruchgefahr besteht
Ausleger-endschalter	– Ausleger anheben (meist begrenzt durch Kolbenendstellung im Hydraulikzylinder des Wippwerkes)
Senk-endschalter	– Unterflasche/Hakengeschirr senken; es müssen mindestens 2 Seilwicklungen auf der Windentrommel bleiben

Notendschalter sind Sicherheitsschalter, die Personenschutzfunktionen haben. Sie müssen daher eigensicher ausgeführt sein. Sie dürfen nicht unwirksam werden, wenn z.B. eine elektrische Kabelverbindung versehentlich oder vorsätzlich durchtrennt wird. Federn, die Schaltfunktionen ausführen, sollen geführte Druckfedern sein, die auch bei Federbruch noch den nötigen Schaltweg sicherstellen (Abb. 79). Sind Zugfedern unvermeidlich, sind sie doppelt und so stark auszuführen, daß jede Feder für sich allein den Schaltvorgang ausführen kann (sog. "doppelte kinematische Kette").

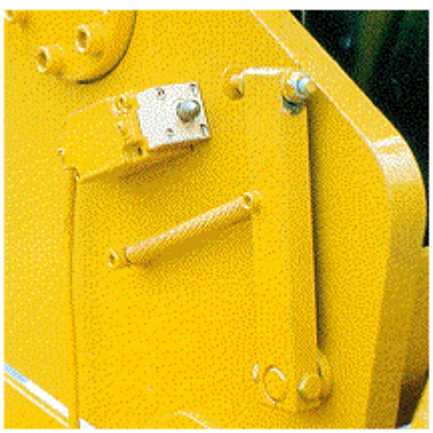


Abb. 79: Durch einfache nicht eigensicherer Senkendschalter

An Hubendschaltern vorhandene Ketten oder Drahtseile, an denen das Hubendschaltergegengewicht hängt, dürfen nicht eigenmächtig verkürzt werden. Der mögliche Nachlaufweg des Hubwerkes bestimmt ihre Länge.

Lastmomentbegrenzer

Bedingt durch ihre Bauart können mit gleislosen Fahrzeugkranen Lasten gehoben werden, die zum Zeitpunkt des Anhebens die zulässige Belastung des Kranes nicht überschreiten. Durch Vergrößern der Auslegerlänge oder der Ausladung, kann jedoch ein Betriebszustand erreicht werden, bei dem die zulässige Belastung des Kranes überschritten wird und der Kran kippt (Abb. 80). Dies kann verhindert werden durch Ausrüsten der Krane mit einem Lastmomentbegrenzer.

Abb. 80: Umsturz durch Überlastung

Die Unfallverhütungsvorschrift "Krane" bestimmt daher, daß **fahrbare Auslegerkrane** und **ortsveränderliche Auslegerkrane** für ihre kraftbetriebenen Hubwerke, Auslegereinziehwerke und Katzfahrwerke Einrichtungen haben müssen, die ein Überschreiten des zulässigen Lastmomentes verhindern (Tabelle 3).

Tabelle 3:

ÜBERSICHT der an kraftbetriebenen gleislosen Fahrzeugkranen lt. §§ 15, 16, 45 (2) und 50 (2) UVV "Krane" geforderten a) Notendhalteinrichtungen oder Warneinrichtungen und b) Lastmomentbegrenzungseinrichtungen oder Warneinrichtugen				Steuerung des Kranes elektrisch hydraulisch pneumatisch	mechanisch	Bemerkungen
Höchstzulässiges Lastmoment des Kranes nicht mehr als 2 mt	–	Lastmomentbegrenzung	Abschalteinrichtung	–	–	Die Erleichterung für mechanisch gesteuerte Krane galt nur bis 31.3.1978. Mechanisch gesteuerte Krane, die ab 1.4.1978 in Betrieb genommen wurden, müssen mit Abschalteinrichtungen ausgerüstet sein, § 45 (2) UVV "Krane".
			Warneinrichtung	–	–	
		Notendhalteinrichtungen	Abschalteinrichtung	X	X oder X	
			Warneinrichtung	–		
Höchstzulässiges Lastmoment des Kranes über 2 mt	Windwerk **mit** Selbsthemmung oder **mit** selbsttätig wirkender Bremse	Lastmomentbegrenzung	Abschalteinrichtung	X	X oder X	
			Warneinrichtung	–		
		Notendhalteinrichtungen	Abschalteinrichtung	X	X oder X	
			Warneinrichtung	–		
	Windwerk **ohne** Selbsthemmung und **ohne** selbsttätig wirkende Bremse	Lastmomentbegrenzung	Abschalteinrichtung	–	–	Hatte nur Gültigkeit für Krane, die bis zum 31.3.1964 in Betrieb genommen wurden, § 50 (2) UVV "Krane".
			Warneinrichtung	X	X	
		Notendhalteinrichtungen	Abschalteinrichtung	–	–	
			Warneinrichtung	X	X	

X = geforderte Einrichtung

Krane benötigen keinen Lastmomentbegrenzer, wenn

– deren höchstzulässiges Lastmoment nicht mehr als 2 mt (Metertonnen) beträgt oder
– die Summe ihrer Standmomente mindestens 3 mal so groß ist wie die Summe ihrer Kippmomente.

Im Anhang I Nr. 4.2.1.4 der EG-Maschinenrichtlinie wird in diesem Zusammenhang bestimmt:

"Maschinen mit einer maximalen Tragfähigkeit von mindestens 1000 kg bzw. einem Kippmoment von mindestens 40 000 Nm müssen mit Vorrichtungen versehen sein, die den Fahrer warnen und eine gefahrbringende Bewegung der Last verhindern bei:

– Überlastung der Maschine
  – durch Überschreiten der maximalen Tragfähigkeit oder
  – durch Überschreiten der zulässigen Lastmomente aufgrund dieser Lasten;
– Überschreiten der zulässigen Kippmomente, insbesondere durch gehobene Lasten" (Abb. 81 u. 82).

Abb. 81: Überlast- Warneinrichtung

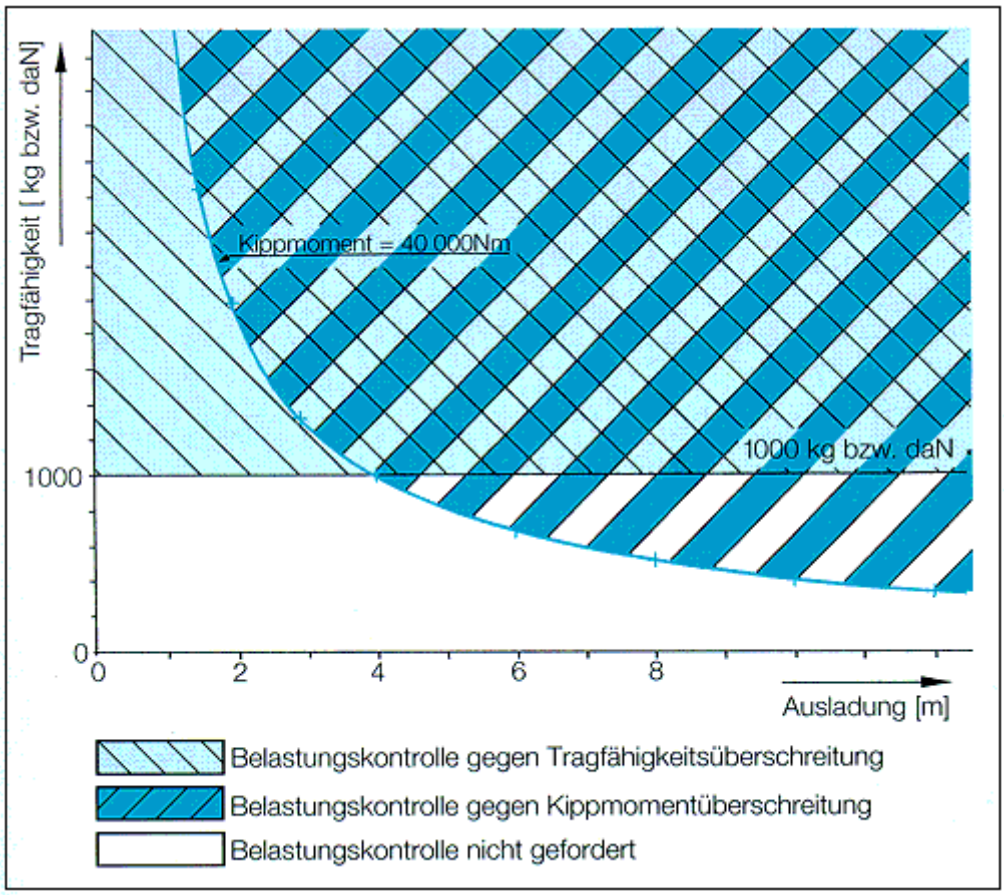


Abb. 82: "Belastungskontrolle" nach EG-Maschinenrichtlinie Anhang I Nr. 4.2.1.4 für Hebezeuge mit einer max. Tragfähigkeit von mind. 1000 kg bzw. einem Kippmoment von mindestens 40 000 Nm

Lastmomentbegrenzer müssen bewirken, daß

– eine unzulässig schwere Last mit dem Hubwerk nicht angehoben werden kann

und daß

– beim Überschreiten des zulässigen Lastmomentes alle Arbeitsbewegungen des Kranes, die eine Vergrößerung des Lastmomentes bewirken, selbsttätig zum Stillstand gebracht werden.

Arbeitsbewegungen, die eine Verringerung des Lastmomentes bewirken, müssen nach dem Ansprechen des Lastmomentbegrenzers noch möglich sein.

Das zulässige Lastmoment ergibt sich aus den vom Kranhersteller nach § 5 UVV "Krane" anzugebenden höchstzulässigen Belastungen bei den jeweiligen Auslegerstellungen (siehe Abschnitt Belastungs- oder Tragfähigkeitstabellen). Kranbewegungen, die der Kranführer nach dem Anheben der Last mit dem Hubwerk, mit dem Auslegereinziehwerk oder den Auslegerteleskopen "unter Last" ausführen kann, muß der Lastmomentbegrenzer selbsttätig erfassen. Kann z.B. die Auslegerlänge durch Teleskopieren unter Last verändert werden, muß der Lastmomentbegrenzer auch diese Längenänderung automatisch berücksichtigen.

Abb. 83: Bildschirm- Anzeigegerät für Lastmomentbegrenzer

Die voranstehenden Forderungen sind erfüllt, wenn vom Lastmomentbegrenzer (Abb. 83, 84) mindestens die in Tabelle 4 aufgeführten Kranbewegungen überwacht und selbsttätig abgeschaltet werden. Das Drehwerk des Kranes wird im allgemeinen nicht abgeschaltet.

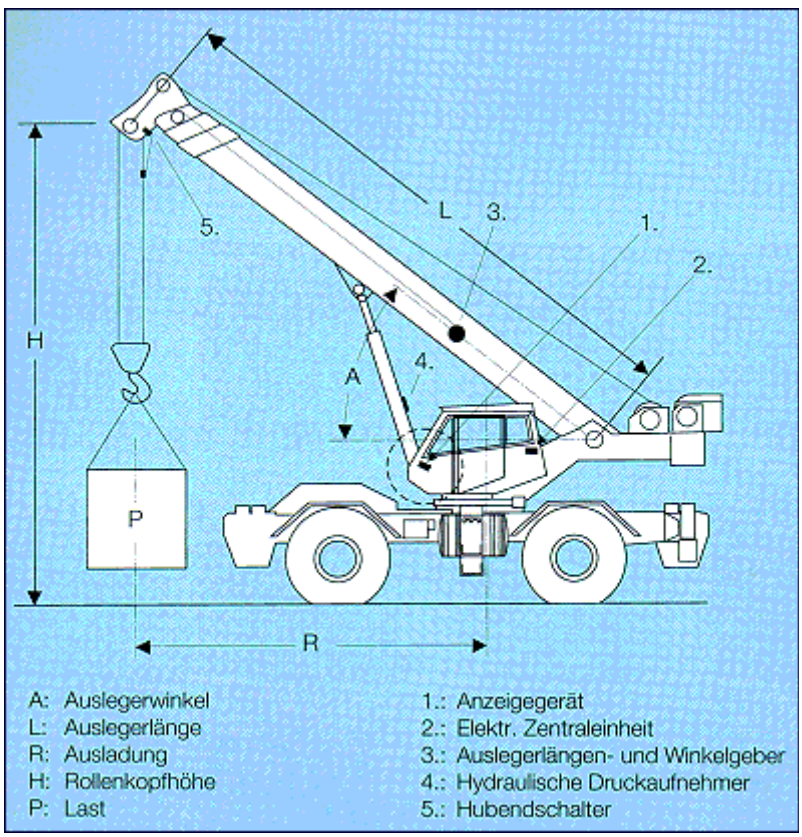


Abb. 84: Aufbau eines Lastmomentbegrenzers

Tabelle 4: Wirksamkeit des Lastmomentbegrenzers

	Fahrzeugkran mit **Gittermast-Ausleger**	Fahrzeugkran mit **Teleskop- Ausleger**
Kranarbeitsbewegungen, die der Lastmoment-begrenzer abschaltet	– Last heben – Ausleger senken	– Last heben – Ausleger senken – Ausleger austeleskopieren

Bei Lkw-Ladekranen lassen sich diese Forderungen mit einfachen Mitteln nicht erfüllen, da das Heben des Hubarmes je nach Auslegerstellung zur Waagerechten sowohl eine **lastmomentvergrößernde** als auch eine **lastmomentverkleinernde** Bewegung sein kann. Obenstehende Bedingungen wären z.B. bei einem **Lkw-Ladekran mit Knickausleger** erfüllt, wenn der Lastmomentbegrenzer bei Überlast oder Überschreiten des zulässigen Lastmomentes folgende Bewegungen abschaltet:

– **"Hubarm heben"** im gesamten Bewegungsbereich
– **"Hubarm senken"** zwischen steilste Auslegerstellung und der Waagerechten
– **"Knickarm heben"** zwischen der tiefsten Knickarmstellung und der Waagerechten
– **"Knickarm senken"** zwischen der steilsten Knickarmstellung und der Waagerechten
– **"Teleskop(e) ausfahren"**

Neuere Systeme erfassen die Stellung des Knickarmes zur Waagerechten und schalten dann alle lastmomentvergrößernden Bewegungen ab.

Bei **Lkw-Ladekranen mit Hubwinde** kann je nach Auslegerlänge und Ausladung

– die **Winde** (bzw. ihr Seiltrieb) durch Heben von Lasten mit dem Hubarm

  oder

– die **Tragkonstruktion des Kranes** (z.B. der Ausleger) durch Heben von Lasten mit der Winde

überlastet werden. In solchen Fällen muß die Hubwinde in das System des Lastmomentbegrenzers einbezogen sein (Abb. 85). Das jeweils schwächere Bauteil muß die Abschaltung auslösen.

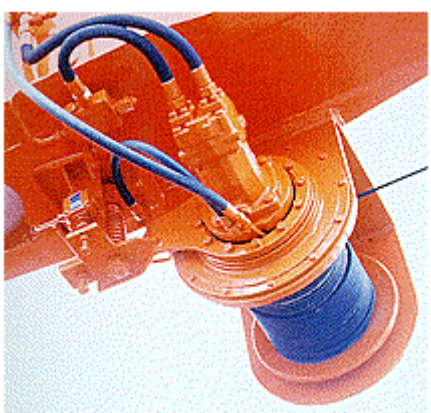


Abb. 85: In den Lastmomentbegrenzer integrierte Hubwerkswinde

Eignung des Lastmomentbegrenzers

Die Typenvielfalt der gleislosen Fahrzeugkrane macht es erforderlich, daß die Lastmomentbegrenzung auf den jeweiligen Krantyp abgestimmt ist.

Kontaktmanometer, die von Hand nachgestellt werden müssen, wenn die Auslegerlänge oder die Auslegerneigung unter Last verändert werden, **sind nicht geeignet** (Abb. 86). Sie müssen durch eine geeignete Lastmomentbegrenzung ersetzt werden, die die Längen- und Neigungsänderungen automatisch erfaßt.

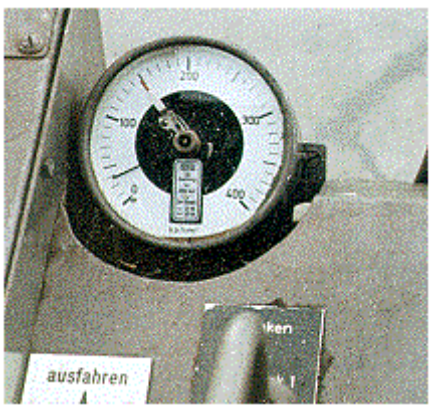


Abb. 86: Unzulässig: von Hand zu verstellendes Kontaktmanometer

Bereiche, für die in der Tragfähigkeitstabelle keine zulässigen Belastungen ausgewiesen sind, die aber mit der Last erreicht werden können, müssen durch die Lastmomentbegrenzung abgesichert sein. Verbote in der Betriebsanleitung, daß der Kranführer in diesen Bereichen keine Lasten heben darf, reichen nicht aus. Dies betrifft Krane, bei denen die "Zwangsausladung" (Ausladung bei steilster Auslegerstellung) nicht mit derjenigen Ausladung übereinstimmt, in der nach der Tragfähigkeitstabelle Lasten gehoben werden dürfen (Abb. 87).

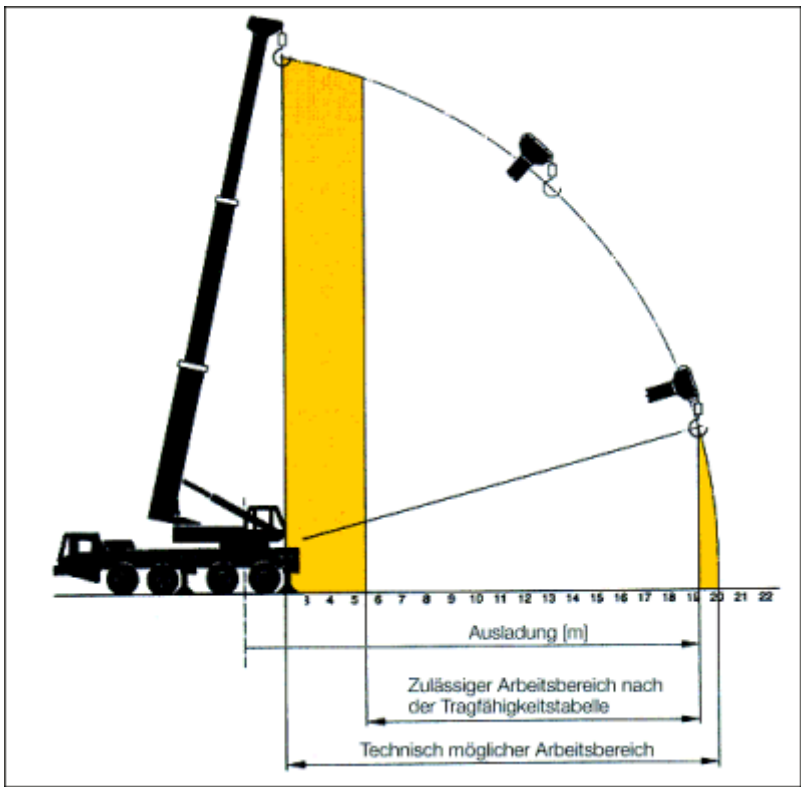

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
Ausladung [m]
Zulässiger Arbeitsbereich nach der Tragfähigkeitstabelle
Technisch möglicher Arbeitsbereich

Abb. 87: Lastmomentbegrenzer und Arbeitsbereich des Kranes

Überbrückungsschalter, mit denen die Lastmomentbegrenzung außer Funktion gebracht werden kann, sind für den Fall einer Störung der Lastmomentbegrenzung vorgesehen. Sie sollen es dem Kranführer ermöglichen, beim Versagen der Lastmomentbegrenzung die Last – auch aus Zwangslagen heraus – sicher wieder absetzen zu können. **Ihre Benutzung**, um bei der Kranarbeit **den Kran vorsätzlich über seine Tragfähigkeitsangaben hinaus belasten zu können, ist nicht zulässig.** Eine solche Handlungsweise ist als vorsätzliche Außerbetriebnahme einer Sicherheitseinrichtung zu werten und erfüllt zumindest den Tatbestand einer Ordnungswidrigkeit. Der Schlüssel für den Überbrückungsschalter muß daher bei der Kranarbeit abgezogen sein (Abb. 88).

Abb. 88: Schlüsselschalter zur Überbrückung des Lastmomentbegrenzers

Für Rüstvorgänge sollte nicht der Überbrückungsschalter genutzt werden müssen. Der Hersteller sollte ein entsprechend gekennzeichnetes Programm in der Lastmomentbegrenzung vorsehen.

Grenzen des Lastmomentbegrenzers

Aus der geforderten Wirkungsweise des Lastmomentbegrenzers (siehe Tabelle 4) ergibt sich, daß dieser bei bestimmten Betriebsweisen bzw. fehlerhafter Kranaufstellung nicht wirksam werden kann. Der Kran kann trotz funktionierender und auf den Rüstzustand eingestellter Lastmomentbegrenzung umstürzen oder zerstört werden, insbesondere bei:

- nicht ausreichender Tragfähigkeit des Bodens am Kranaufstellungsort
- Abstützfehlern
- Nichteinhalten vorgeschriebener Teleskopieranweisungen (Abb. 89, 90)
- Windeinwirkung
- Schrägzug
- dynamischen Einwirkungen, z.B. durch zu schnelle Kranbewegungen mit anschließendem abrupten Abstoppen
- Demontagearbeiten, wenn Lasten nach dem Anschlagen abgeschraubt oder abgebrannt werden, dann frei im Kran hängen und sich als zu schwer erweisen
- Anheben von Überlasten mit dem Einziehwerk
- Zusammenarbeit von zwei oder mehr Kranen, die eine Last gemeinsam heben (Tandemlifting)

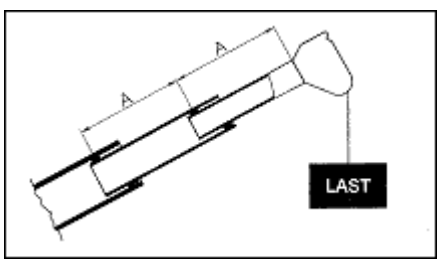


Abb. 89: Teleskopieranweisungen beachten, z.B. Teleskope gleichmäßig ausfahren

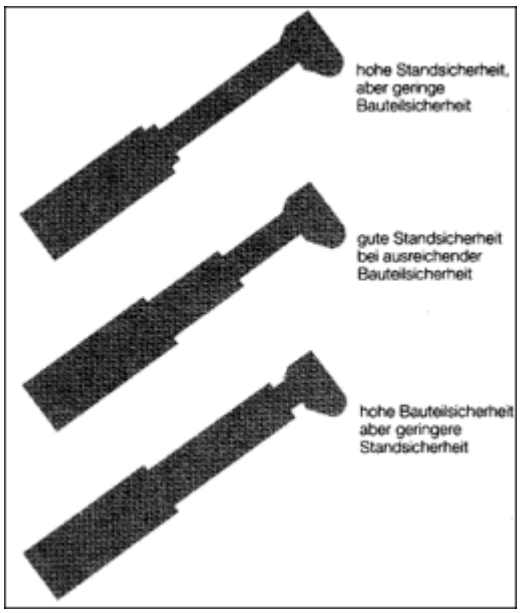


Abb. 90: Teleskopierweisen

Die Kenntnis der beschriebenen Systemgrenzen und ihre Berücksichtigung durch den Kranführer bei der Aufstellung und beim Führen des Kranes sind Voraussetzung dafür, daß die Lastmomentbegrenzung die an sie gestellten Erwartungen erfüllen kann.

Kranunterflaschen/Hakengeschirr

Die DIN 15002 "Hebezeuge; Lastaufnahmeeinrichtungen, Benennungen" erläutert die Begriffe

– **Unterflasche**
als "mehrsträngige Aufhängung eines Tragmittels mit Lasthaken"

und

– **Hakengeschirr**
als "einsträngige Aufhängung eines Lasthakens mit Belastungsgewicht".

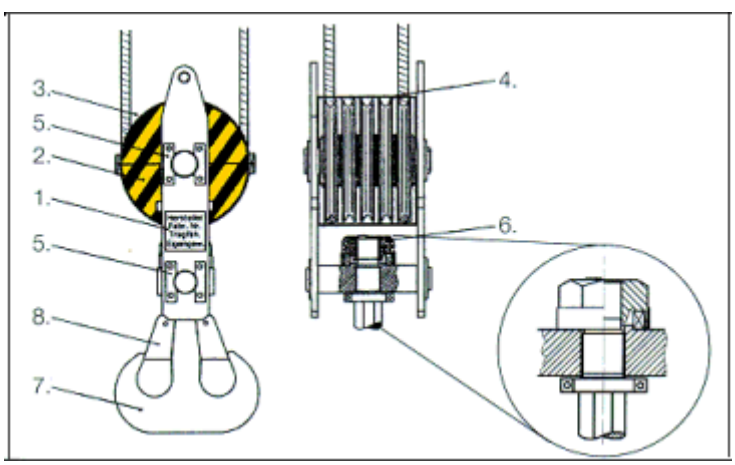


Abb. 91: Anforderungen an Unterflaschen

Unterflaschen und Hakengeschirre müssen grundsätzlich den einschlägigen Regeln der Technik, z.B. DIN 15020, DIN 15400 bis 15402 entsprechen. Wird eine von den Regeln der Technik abweichende Lösung gewählt, muß nachgewiesen werden, daß sie die gleiche Sicherheit wie die genormte Lösung bietet. Darüber hinaus müssen Unterflaschen (Abb. 91) wie folgt beschaffen sein:

1. Da Unterflaschen an gleislosen Fahrzeugkranen in der Regel nicht fest eingebaut sind, sondern ausgetauscht werden können, müssen dauerhaft und leicht erkennbar angegeben sein:
   - Hersteller oder Lieferer
   - Baujahr
   - Typ, falls Typbezeichnung vorhanden
   - Fabrik- oder Seriennummer
   - zulässige Belastung
   - Seildurchmesser
   - Triebwerkgruppe
   - Eigengewicht (siehe auch § 3 VBG 8 und § 19 VBG 5)
2. Kennzeichnung als Gefahrstelle durch Warnanstrich: Sicherheitsfarbe "gelb" und Kontrastfarbe "schwarz". Bei kleinen Unterflaschen/Hakengeschirren kann auf die Kontrastfarbe verzichtet werden (siehe auch VBG 125 und DIN 15026).
3. Sicherung der Einzugstellen, die an den Auflaufstellen des Tragmittels auf die Seilrollen gebildet werden, soweit dies technisch möglich ist. Handgriffe an den von Hand zu führenden Unterflaschen gestalten die Handhabung sicherer (Abb. 92).

Abb. 92: Unterflasche mit Handgriffen

4. Durch Aussetzbügel oder Kapselung muß das Herausspringen des Tragmittels aus den Seilrollen verhindert sein.
5. Durch normgerecht angebrachte Achshalter muß das ungewollte Herausgleiten und Mitdrehen der Achsen von Seilrollen und Kranhaken verhindert sein (DIN 15058).
6. Die Lasthakenmutter muß gegen ungewolltes Lösen gesichert sein. Dies kann bei Lasthaken Nr. 006 bis 1 durch Heftschweißung erfolgen, bei größeren Haken durch mechanische Sicherungen in Form von Sicherungsstiften oder Sicherungsstücken. Über die vorgenannten Heftschweißungen hinaus sind Schweißungen an Lasthaken, z.B. zum Ausbessern von Abnutzungen, nicht zulässig.
7. Normgerechte Ausführung des Kranhakens entsprechend der Einstufung des Kranhubwerkes in die Triebwerkgruppen nach DIN 15020.
8. Als Lasthaken – gleichgültig ob Einfachhaken oder Doppelhaken – sind Sicherheitshaken zu verwenden, wenn unbeabsichtigtes Aushängen der Anschlagmittel oder Lastaufnahmemittel aus dem Kranhaken möglich ist. Da beim Betrieb von gleislosen Fahrzeugkranen aufgrund der ständig wechselnden Aufgabenstellungen immer die Gefahr des unbeabsichtigten Aushängens von Anschlag- oder Lastaufnahmemitteln gegeben sein kann, müssen sie grundsätzlich mit Sicherheitshaken ausgerüstet sein.

Ausrüstung und Hilfsmittel

Abb. 93: Unterbringung der Unterlegkeile am Unterwagen

Neben den Hilfsmitteln für die eigentliche Kranarbeit, wie Anschlagmittel, Schäkel und Bohlen für das Abstützen, sind auf gleislosen Fahrzeugkranen aufgrund der Bestimmungen der UVV "Fahrzeuge" und/oder StVZO mitzuführen:

– mindestens zwei **Unterlegkeile** (siehe auch DIN 76051, Teil 1 (Abb. 93))
– gegen Verunreinigung geschütztes **Verbandzeug** (siehe auch DIN 13164)
– geeignete **Warnkleidung** für mindestens einen Versicherten (siehe auch § 31 Abs. 1 UVV "Fahrzeuge" und DIN EN 471)

Kranprüfungen

Um sicherzustellen, daß alle für gleislose Fahrzeugkrane gültigen Rechtsnormen und Regeln der Technik bei der Berechnung, Konstruktion, Fertigung und Ausrüstung eingehalten wurden, sind gleislose Fahrzeugkrane vor der ersten Inbetriebnahme durch einen **Kransachverständigen** prüfen zu lassen. Im allgemeinen wird diese Prüfung bereits vom Kransachverständigen des Kranherstellers durchgeführt. Ausgenommen von dieser Prüfpflicht sind nur handbetriebene und teilkraftbetriebene Krane mit einer Tragfähigkeit bis 1000 kg. Diese sind vor der ersten Inbetriebnahme vom Betreiber auf ihren sicheren Zustand, mindestens jedoch auf äußerlich erkennbare Schäden oder Mängel, zu überprüfen.

Bei Kranen, die betriebsbereit geliefert werden, kann die Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme entfallen, wenn

– der Nachweis einer Typprüfung (Baumusterprüfung) vorliegt

  oder

– ihre Übereinstimmung mit den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie durch eine EG-Konformitätserklärung nachgewiesen und der Kran mit einer CE-Kennzeichnung versehen ist (Abb. 94).

Abb. 94: CE-Kennzeichnung

Für Krane, die nach dem 1.1.1995 erstmalig in Betrieb genommen werden, **muß** eine EG-Konformitätserklärung vorliegen. Außerdem müssen sie eine CE-Kennzeichnung haben, d.h. mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet sein.

Um Unfälle durch Verschleiß, Beschädigung oder Materialermüdung auszuschließen, müssen alle gleislosen Fahrzeugkrane wiederkehrenden Prüfungen zugeführt werden. Näheres zu den Prüfungen bestimmen die §§ 25 bis 28 UVV "Krane".

Die Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme ist – soweit nicht anders vereinbart – für verwendungsfertige Krane vom Hersteller zu veranlassen. Die Prüfungen nach Einbau, nach wesentlichen Änderungen oder in wiederkehrenden Abständen sind vom Betreiber zu veranlassen.

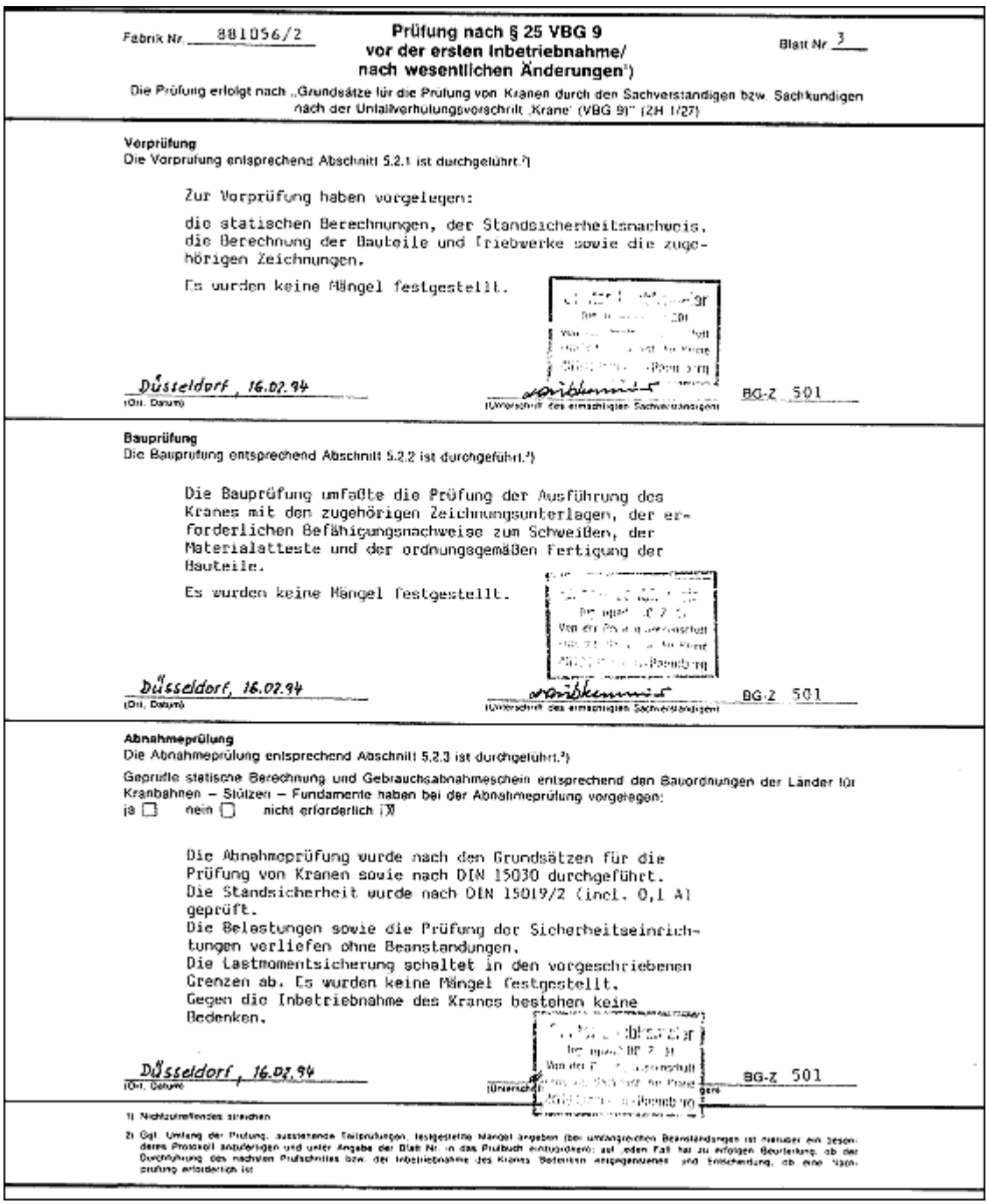
Die Verantwortung, daß vorgeschriebene Prüfungen durchgeführt und dokumentiert sind, liegt beim Betreiber (Tabelle 5).

Tabelle 5: Prüfungen nach §§ 25 und 26 UVV "Krane"

Art der Prüfung	Kranart	Prüffristen	Prüfer
Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme	Kraftbetriebene Krane	**vor** der ersten Inbetriebnahme (§ 25 (1) VBG 9)	**Kransach-verständiger**
	hand- und teilkraft-betriebene Krane mit Tragfähigkeit > 1000 kg und teilkraftbetriebene Turmdrehkrane		
Wiederkehrende Prüfungen	alle Krane	nach Bedarf, **mindestens einmal jährlich** (§ 26 (1) VBG 9)	**Kransachkundiger**
	Turmdrehkrane	nach jeder Auf-stellung und nach jedem Umrüsten	
	– kraftbetriebene Turmdrehkrane – kraftbetriebene Fahrzeugkrane – ortsveränderliche kraftbetriebene Derrikkrane – Lkw-Anbaukrane	**mindestens alle 4 Jahre** (§ 26 (2) VBG 9)	**Kransach-verständiger**
	– kraftbetriebene Turmdrehkrane	**im 18. Betriebsjahr** und danach jährlich (§ 26 (3) VBG 9)	
Beobachtung des Kranes auf augen-fällige Mängel	alle Krane	**ständig**, während der Nutzung, (§ 30 (1) VBG 9)	**Kranführer**
Prüfung nach wesentlichen Änderungen	alle Krane, für die eine Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme vorge-schrieben ist.	**nach** wesentlichen Änderungen **vor** Wiederinbetriebnahme (§ 25 (1) VBG 9)	**Kransach-verständiger**

Einzelheiten über Art, Umfang und Durchführung der jeweiligen Prüfungen sind durch die **"Grundsätze für die Prüfung von Kranen durch den Sachverständigen bzw. Sachkundigen nach der UVV "Krane" (VBG 9)"** (ZH 1/27) festgelegt.

Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme



Fabrik Nr. 881056/2

Prüfung nach § 25 VBG 9
vor der ersten Inbetriebnahme/
nach wesentlichen Änderungen[1])

Blatt Nr. 3

Die Prüfung erfolgt nach „Grundsätze für die Prüfung von Kranen durch den Sachverständigen bzw. Sachkundigen nach der Unfallverhütungsvorschrift „Krane" (VBG 9)" (ZH 1/27)

Vorprüfung
Die Vorprüfung entsprechend Abschnitt 5.2.1 ist durchgeführt.[1])

Zur Vorprüfung haben vorgelegen:

die statischen Berechnungen, der Standsicherheitsnachweis, die Berechnung der Bauteile und Triebwerke sowie die zugehörigen Zeichnungen.

Es wurden keine Mängel festgestellt.

Düsseldorf, 16.02.94
(Ort, Datum)

(Unterschrift des ermächtigten Sachverständigen)

BG-Z 501

Bauprüfung
Die Bauprüfung entsprechend Abschnitt 5.2.2 ist durchgeführt.[1])

Die Bauprüfung umfaßte die Prüfung der Ausführung des Kranes mit den zugehörigen Zeichnungsunterlagen, der erforderlichen Befähigungsnachweise zum Schweißen, der Materialatteste und der ordnungsgemäßen Fertigung der Bauteile.

Es wurden keine Mängel festgestellt.

Düsseldorf, 16.02.94
(Ort, Datum)

(Unterschrift des ermächtigten Sachverständigen)

BG-Z 501

Abnahmeprüfung
Die Abnahmeprüfung entsprechend Abschnitt 5.2.3 ist durchgeführt.[1])

Geprüfte statische Berechnung und Gebrauchsabnahmeschein entsprechend den Bauordnungen der Länder für Kranbahnen – Stützen – Fundamente haben bei der Abnahmeprüfung vorgelegen:
ja ☐ nein ☐ nicht erforderlich ☒

Die Abnahmeprüfung wurde nach den Grundsätzen für die Prüfung von Kranen sowie nach DIN 15030 durchgeführt.
Die Standsicherheit wurde nach DIN 15019/2 (incl. 0,1 A) geprüft.
Die Belastungen sowie die Prüfung der Sicherheitseinrichtungen verliefen ohne Beanstandungen.
Die Lastmomentsicherung schaltet in den vorgeschriebenen Grenzen ab. Es wurden keine Mängel festgestellt.
Gegen die Inbetriebnahme des Kranes bestehen keine Bedenken.

Düsseldorf, 16.02.94
(Ort, Datum)

(Unterschrift)

BG-Z 501

1) Nichtzutreffendes streichen

2) Ggf. Umfang der Prüfung, ausstehende Teilprüfungen, festgestellte Mängel angeben (bei umfangreichen Beanstandungen ist hierüber ein besonderes Protokoll anzufertigen und unter Angabe der Blatt Nr. in das Prüfbuch einzutragen); auf jeden Fall hat zu erfolgen Beurteilung, ob der Durchführung des nächsten Prüfschrittes bzw. der Inbetriebnahme des Kranes Bedenken entgegenstehen und Entscheidung, ob eine Wiederholungsprüfung erforderlich ist

Abb. 95: Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme – Prüfbescheinigung

Die Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme (Abb. 95) besteht aus einer

– Vorprüfung,
– Bauprüfung,
– Abnahmeprüfung

und falls nötig

– Nachprüfung.

Sie hat sich z.B. auf die Einhaltung der Vorschriften über Berechnung, Bau und Ausrüstung sowie auf die Vollständigkeit, Eignung und Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen zu erstrecken. Ferner ist die Übereinstimmung des Kranes mit den in der Vorprüfung geprüften Konstruktionsunterlagen festzustellen, sowie die Schweißzulassung des Betriebes, seiner Fachkräfte und Schweißer (Großer Eignungsnachweis nach DIN 18800 Teil 7). Bei der Abnahmeprüfung muß der gleislose Fahrzeugkran einer Probebelastung nach DIN 15019 Teil 2 unterzogen werden.

Prüfberichte von Prüflaboratorien, die in anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder in anderen Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum zugelassen sind, werden in gleicher Weise wie deutsche Prüfberichte berücksichtigt, wenn die den Prüfberichten dieser Stellen zugrundeliegenden Prüfungen, Prüfverfahren und konstruktiven Anforderungen denen der deutschen Stellen gleichwertig sind. Um derartige Stellen handelt es sich vor allem dann, wenn diese die in der Normenreihe EN 45000 niedergelegten Anforderungen erfüllen.

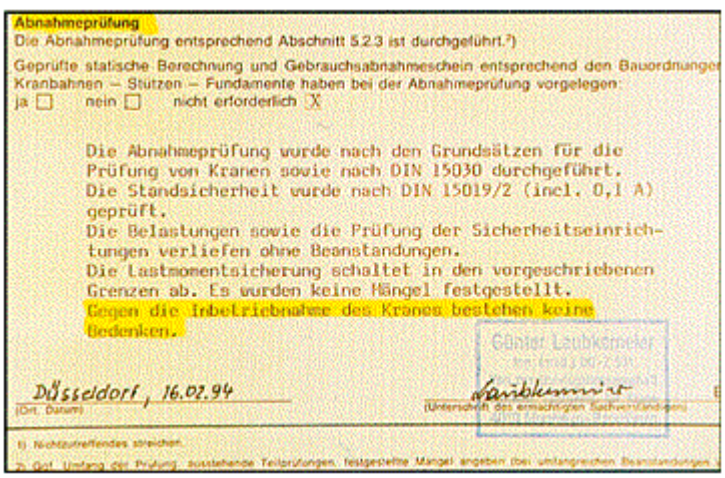

Abnahmeprüfung
Die Abnahmeprüfung entsprechend Abschnitt 5.2.3 ist durchgeführt.¹)
Geprüfte statische Berechnung und Gebrauchsabnahmeschein entsprechend den Bauordnunge
Kranbahnen – Stützen – Fundamente haben bei der Abnahmeprüfung vorgelegen:
ja ☐ nein ☐ nicht erforderlich ☒
Die Abnahmeprüfung wurde nach den Grundsätzen für die Prüfung von Kranen sowie nach DIN 15030 durchgeführt. Die Standsicherheit wurde nach DIN 15019/2 (incl. 0,1 A) geprüft. Die Belastungen sowie die Prüfung der Sicherheitseinrichtungen verliefen ohne Beanstandungen. Die Lastmomentsicherung schaltet in den vorgeschriebenen Grenzen ab. Es wurden keine Mängel festgestellt. Gegen die Inbetriebnahme des Kranes bestehen keine Bedenken.
Günter Laubkemeier
Düsseldorf, 16.02.94
(Ort, Datum)
(Unterschrift des ermächtigten Sachverständigen)
¹) Nichtzutreffendes streichen.
²) Ggf. Umfang der Prüfung, ausstehende Teilprüfungen, festgestellte Mängel angeben (bei umfangreichen Beanstandungen

Abb. 96: Bescheinigung einer Abnahmeprüfung

Der Betreiber darf den Kran erst dann in Betrieb nehmen, wenn im Prüfbuch ein mängelfreies Ergebnis vom Kransachverständigen bescheinigt ist (Abb. 96). Der Prüfvermerk kann lauten:

"Gegen die Inbetriebnahme des Kranes bestehen keine Bedenken".

Prüfung nach wesentlichen Änderungen

Wird die Krankonstruktion verändert gegenüber der bei der Auslieferung überprüften und im Kranprüfbuch bescheinigten Ausführung, muß diese wesentliche Änderung vom Kransachverständigen überprüft und im Kranprüfbuch bescheinigt werden. Art und Umfang der Prüfung bestimmt der Kransachverständige; in Zweifelsfällen entscheidet die Berufsgenossenschaft. Wesentliche Änderungen können z.B. sein

– Veränderungen der Auslegerkonstruktion,
– Erhöhung der Tragfähigkeit des Kranes

  und

– Umsetzen des Kranoberwagens bzw. des Lkw-Ladekranes auf ein anderes Kranfahrgestell.

Als wesentliche Änderungen gelten auch Instandsetzungen durch Schweißen an tragenden Bauteilen.

Nicht als wesentliche Änderung gilt dagegen ein Ersatz von Teilen durch Teile gleicher Art, der durch Verschleiß notwendig geworden ist. Dies gilt auch für das Umrüsten von Kranen, wie

– An- und Abbau von Spitzenauslegern

  und

– Verkürzen oder Verlängern von Gittermastauslegern,

wenn der neue Rüstzustand bereits Gegenstand der Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme gewesen ist.

Wiederkehrende Prüfungen

Wie alle technischen Arbeitsmittel können auch gleislose Fahrzeugkrane im Einsatz beschädigt werden (Abb. 97).

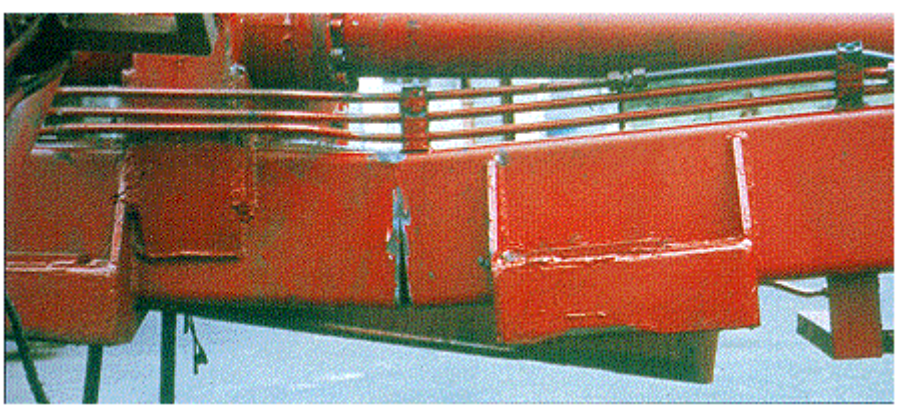


Abb. 97: Im Einsatz beschädigte Kranabstützung

In der Krankonstruktion enthaltener Nutzungsvorrat wird durch Verschleiß abgebaut. Die Beanspruchung der Stahltragwerke durch die Spannungsspiele hat Werkstoffermüdungen zur Folge. Dadurch kann ein Zustand eintreten, bei dem die Sicherheit des Kranbetriebes nicht mehr gewährleistet ist. Um rechtzeitig durch entsprechende Instandhaltungsmaßnahmen darauf reagieren zu können, hat der Betreiber gleislose Fahrzeugkrane entsprechend den Einsatzbedingungen und den betrieblichen Verhältnissen **nach Bedarf, jährlich jedoch mindestens einmal**, durch einen **Sachkundigen** prüfen zu lassen.

Gleislose Fahrzeugkrane, deren Stahltragwerke aus Feinkornstählen hergestellt wurden, sind in der Regel nur für eine begrenzte Zahl von Spannungsspielen ausgelegt. Zum Beispiel bei der Verwendung von Stahl StE 885 sind es 25 000 Spannungsspiele (N_G).

StE 885 $N_G = 2{,}5 \times 10^4$

Danach können die ursprünglichen Eigenschaften dieses Werkstoffes so verändert sein, daß mit dem Auftreten von Ermüdungsbrüchen gerechnet werden muß.

Solche Krane sind in der Regel als **Montagekrane** eingestuft und im Kranprüfbuch ausgewiesen.

Besonderer Verschleiß entsteht außerdem durch die Montage- und Demontage-Vorgänge beim Auf- und Abrüsten. Ferner sind diese Krane im allgemeinen mit komplizierten (meist elektronischen) Lastmomentbegrenzern ausgerüstet. Darum wurde bestimmt, daß

– **kraftbetriebene Fahrzeugkrane**

und

– **Lkw-Anbaukrane**

mindestens **alle 4 Jahre** anstelle von, einem Kransachkundigen, von einem **Kransachverständigen geprüft werden müssen**. Dies gilt nicht für ständig angebaute Lkw-Ladekrane.

Es gehört zum Verantwortungsbereich des Betreibers und zu seiner Fürsorgepflicht, diese Prüfungen – unabhängig von einer Anordnung durch die Aufsichtsbehörden oder die Technischen Aufsichtsbeamten der Berufsgenossenschaft – zu veranlassen.

Der Grad des Verschleißes hängt u.a. von der Einsatzhäufigkeit und den dabei auftretenden Beanspruchungen ab. Häufiger oder ständiger Einsatz – gegebenenfalls im Mehrschichtbetrieb – hat höheren Verschleiß zur Folge, ebenso der Einsatz in aggressiver Umgebungsatmosphäre. Darum wurde eine feste Prüffrist für die wiederkehrenden Prüfungen nicht festgelegt, sondern nur eine obere Grenze: "jährlich, jedoch mindestens einmal". Wann der Bedarf zu Prüfungen in kürzeren Fristen gegeben ist, muß daher der Betreiber – gegebenfalls in Abstimmung mit dem Hersteller des Kranes – festlegen. Dabei darf die obere Grenze von einem Jahr nicht überschritten werden.

Die wiederkehrende Prüfung ist im wesentlichen eine Sicht- und Funktionsprüfung. Darum ist eine Demontage nur dort erforderlich, wo z.B.

– verdeckt eingebaute Seile nicht auf ihrer gesamten Länge besichtigt werden können,

– Anrisse im Kranhakenschaft und Verschleiß des Hakengewindes überprüft werden müssen

  oder

– dies bedingt durch die Krankonstruktion vom Kranhersteller vorgeschrieben wird.

Bei der Prüfung ist zuerst die Übereinstimmung der technischen Daten des Kranes mit den Angaben im Prüfbuch festzustellen. Danach ist der Zustand von Bauteilen, Beschilderungen und Einrichtungen hinsichtlich Vorhandensein, Vollständigkeit, Beschädigungen, Verschleiß, Korrosion usw. zu prüfen. Nach einer Prüfung aller Bewegungsvorgänge ohne Last ist die Vollständigkeit und Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen und Bremsen zu prüfen, Bremseinrichtungen und Lastmomentbegrenzer grundsätzlich unter Belastung. Ferner ist auch der verbrauchte Anteil der theoretischen Nutzungsdauer des Kranhubwerkes gemäß § 23 Abs. 4 UVV "Winden, Hub- und Zuggeräte" zu ermitteln.

Die Wirksamkeitsprüfung von Bremseinrichtungen und Rücklaufsicherungen an Winden-, Hub- und Zuggeräten führt nur dann zu einem aussagekräftigen Ergebnis, wenn sie mit Probelasten im Bereich der Höchst-Zugkraft bzw. Höchst-Hubkraft erfolgt. Bei Seilwinden kann darum ein entsprechendes Umscheren des Tragmittels erforderlich werden. Neben den Prüfhinweisen der "Grundsätze für die Prüfung von Kranen" sind hier insbesondere die Prüfanweisungen des Kranherstellers zu beachten. Um die Wirksamkeit von Bremseinrichtungen und Rücklaufsicherungen prüfen zu können schreiben sie u. U. vor, daß bei angehobener Prüflast eine **Kontrolle bei abgeschaltetem Antriebsmotor** zu erfolgen hat.

Belastungsproben, die bei wiederkehrenden Prüfungen notwendig werden, **dürfen vom Sachkundigen nur** mit der dem Betriebszustand entsprechenden **Nennlast durchgeführt werden**.

Proben mit Überlast sind allein dem Kransachverständigen vorbehalten.

Für die Beurteilung bestimmter Kranbauteile sind die einschlägigen Normen heranzuziehen, wie

– DIN 15020 Teil 2
  für die Bestimmung der Ablegereife von Hub- und Einziehseilen,

– DIN 15405 in Verbindung mit DIN 15404
  für die Überwachung der Lasthaken in Gebrauch

  und

– DIN 685
  für die Überwachung von geprüften Rundstahlketten.

Kransachverständige

Als Sachverständige für die Prüfung von Kranen können nur herangezogen werden

– die Kransachverständigen der technischen Überwachung (TÜV)

  oder

– von der Berufsgenossenschaft ermächtigte Kransachverständige.

Die Ermächtigung durch die Berufsgenossenschaft erfolgt gemäß den **"Grundsätzen für die Ermächtigung von Sachverständigen für die Prüfung von Kranen" (ZH 1/518).** Sie ist verbunden mit der Erteilung einer Kennummer:

Diese ist vom Kransachverständigen im Prüfbericht bzw. Prüfvermerk anzugeben.

Ermächtigungen können auch auf Teilbereiche von Prüfungen, wie Vorprüfung, wiederkehrende Prüfung, oder auf bestimmte Kranarten, z.B. Lkw-Ladekrane, eingeschränkt sein.

Kransachkundige

Mit der Durchführung der wiederkehrenden Prüfungen nach § 26 Abs. 1 UVV "Krane" kann der Betreiber neben den Kransachverständigen auch Kransachkundige beauftragen.

Sachkundige können Betriebsingenieure, Maschinenmeister, Kranmeister, besonders ausgebildetes Fachpersonal oder Kundendienstmonteure der Hersteller sein. Sie müssen aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der Krane haben. Mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z.B. VDE-Bestimmungen, DIN-, DIN EN-Normen, technische Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum) müssen sie soweit vertraut sein, daß sie den arbeitssicheren Zustand von Kranen beurteilen können.

Im Gegensatz zum ermächtigten Kransachverständigen bedürfen die Kransachkundigen keiner besonderen Ermächtigung.

Wiederholung von Prüfungen

Wen der Betreiber als Sachverständigen oder Sachkundigen mit der Prüfung des Kranes beauftragt, ist in sein Ermessen gestellt. Er hat jedoch darauf zu achten, daß die Kransachkundigen über die vorgeschriebene Sachkunde und die Sachverständigen über die erforderliche Ermächtigung verfügen.

Wird festgestellt, daß eine Prüfung nicht ordnungsgemäß durchgeführt und damit die UVV "Krane" nicht erfüllt worden ist, kann die Berufsgenossenschaft die Wiederholung der Prüfung verlangen, ggf. durch einen anderen Sachverständigen oder Sachkundigen. Es liegt daher im Interesse des Kranbetreibers, bei der Auswahl von Sachverständigen oder Sachkundigen darauf zu achten, daß sie die gestellten Anforderungen erfüllen.

Kranprüfbuch

Zu jedem gleislosen Fahrzeugkran gehört ein Kran-Prüfbuch. Ein entsprechendes Musterprüfbuch **"Prüfbuch für den Kran"** (ZH 1/29) wurde vom berufsgenossenschaftlichen Fachausschuß "Hebezeuge I" erarbeitet.

In den Stammblättern des Prüfbuches hat der Kranhersteller oder Lieferer die technischen Daten des Kranes – dem Auslieferungszustand entsprechend – zu bescheinigen. Dabei empfiehlt es sich, nicht genutzte Eintragungsmöglichkeiten durch Streichung unbenutzbar zu machen.

Nach wesentlichen Änderungen sind die Stammblätter entsprechend zu ändern oder zu ergänzen.

Der Betreiber hat dafür zu sorgen, daß die **Ergebnisse der Prüfung**

– vor der ersten Inbetriebnahme,

– nach wesentlichen Änderungen

und

– nach wiederkehrenden Prüfungen

vom Kransachverständigen bzw. vom Kransachkundigen in **das Prüfbuch eingetragen werden**. Das Prüfergebnis muß erkennen lassen:

– Umfang der Prüfung

– noch ausstehende Teilprüfungen

– festgestellte Mängel

– Beurteilung, ob der Durchführung des nächsten Prüfschrittes, der Inbetriebnahme bzw. dem Weiterbetrieb Bedenken entgegen stehen

– Entscheidung, ob eine Nachprüfung erforderlich ist

Der Unternehmer hat die Kenntnisnahme und die Abstellung festgestellter Mängel im Prüfbuch zu bestätigen. Zu seinen grundlegenden Pflichten gehört es, dafür zu sorgen, daß festgestellte Mängel behoben werden.

Bestehen nach Art und Umfang der Mängel gegen die Inbetriebnahme, die Wiederinbetriebnahme oder den Weiterbetrieb Bedenken, hat er dafür zu sorgen, daß der Kran außer Betrieb gesetzt wird. Er darf den Kran erst wieder in Betrieb nehmen, nachdem die Mängel behoben wurden. Durch eine Nachprüfung, die er zu veranlassen hat, muß außerdem vorher vom Sachkundigen bzw. Sachverständigen festgestellt worden sein, daß gegen die Wiederinbetriebnahme keine Bedenken bestehen.

Das Prüfbuch gilt als Nachweis über stattgefundene Prüfungen und ist im Betrieb aufzubewahren. Den Technischen Aufsichtsbeamten und den Gewerbeaufsichtsbeamten ist es auf Verlangen vorzulegen. Bei gleislosen Fahrzeugkranen ist eine **Kopie des letzten Prüfberichtes** des Sachkundigen und des Sachverständigen **beim Kran aufzubewahren**.

Kauf von gleislosen Fahrzeugkranen

Die Verantwortung des Unternehmers für den Arbeitsschutz in seinem Unternehmen gehört zu den grundlegenden Unternehmerpflichten. Die Unfallverhütungsvorschriften verpflichten ihn, beim Kauf von Geräten dem Hersteller oder Lieferer vorzuschreiben, daß der zu liefernde gleislose Fahrzeugkran den geltenden Arbeitsschutzbestimmungen und Regeln der Technik entsprechen muß. Er kann mit dem Lieferer auch die Erfüllung über den Vorschriftenrahmen hinausgehender besonderer Beschaffenheitsmerkmale vertraglich vereinbaren. Solchen Vereinbarungen kommt im Zuge der Harmonisierung des Rechts in der Europäischen Gemeinschaft eine besondere Bedeutung zu.

CE-Kennzeichnung und Konformitätserklärung sind Voraussetzung für den freien, ungehinderten Warenverkehr zwischen den Mitgliedsstaaten der Europäischen Gemeinschaft. Der Hersteller oder Lieferer **bestätigt selbst**, daß er die im Anhang I der Maschinenrichtlinie aufgeführten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen erfüllt hat. Eine Prüfung durch eine neutrale, akkreditierte Prüfstelle muß nicht stattgefunden haben.

Kranführer

Der gleislose Fahrzeugkran stellt ein so hoch entwickeltes technisches Arbeitsmittel dar, daß die Führung dieses Kranes nicht mehr dem Kraftfahrer schlechthin übertragen werden kann. Dazu ist ein Spezialist – **der Autokranführer** – erforderlich.

Den Lehrberuf "Autokranführer" gibt es zwar noch nicht. In der Unfallverhütungsvorschrift "Krane" wird aber schon heute im § 29 Abs. 1 für maschinell angetriebene Krane ein **ausgebildeter Kranführer** gefordert. Dort heißt es:

> § 29
> Kranführer, Instandhaltungspersonal
>
> (1) Der Unternehmer darf mit dem selbständigen Führen (Kranführer) oder Instandhalten des Kranes nur Versicherte beschäftigen,
>
> 1. die das 18. Lebensjahr vollendet haben,
> 2. die körperlich und geistig geeignet sind,
> 3. die im Führen oder Instandhalten des Kranes unterwiesen sind und ihre Befähigung hierzu nachgewiesen haben
>
> und
>
> 4. von denen zu erwarten ist, daß sie die ihnen übertragenen Aufgaben zuverlässig erfüllen.
>
> Der Unternehmer muß Kranführer und Instandhaltungspersonal mit ihren Aufgaben beauftragen. Bei ortsveränderlichen kraftbetriebenen Kranen muß der Unternehmer den Kranführer schriftlich beauftragen.

Hat der Unternehmer Bedenken bezüglich der körperlichen Eignung eines Mitarbeiters, den er als Kranführer einsetzen möchte oder der schon als Kranführer tätig ist, muß er diesen einer arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung durch einen ermächtigten Arzt zuführen. Hinweise für den untersuchenden Arzt enthalten die berufsgenossenschaftlichen Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen G 25 "Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten". Leidet der zu Untersuchende an chronischen Erkrankungen, sollte der untersuchende Arzt darauf hingewiesen werden.

Der Umfang der Ausbildung richtet sich nach dem vom Kranführer zu steuernden Kran. Zu vermitteln sind Grundkenntnisse über konstruktive, maschinentechnische und elektrische Zusammenhänge sowie über die Bestimmungen der einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften und Regeln der Technik. Auf die Krankonstruktion ist dabei soweit einzugehen, wie diese Kenntnisse für richtige Bedienung und Erkennung von Mängeln erforderlich sind (Abb. 98). Für die Vermittlung des erforderlichen theoretischen Wissens und die praktische Ausbildung sind erfahrungsgemäß ca. 3 bis 4 Wochen notwendig.

Abb. 98: Ausbildung am Kran

Ist der Kranbetreiber nicht in der Lage diese Ausbildung selbst durchzuführen, wird er ganz oder teilweise die Hilfe geeigneter Ausbildungsstätten in Anspruch nehmen müssen.

Die Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen hat der Entwicklung auf dem Gebiet der gleislosen Fahrzeugkrane Rechnung getragen. Sie führt schon seit Jahren – entsprechend ihrer Aufgabe, mit allen geeigneten Mitteln für eine wirksame Unfallverhütung zu sorgen – Spezial-Unfallverhütungslehrgänge für Kranführer aus Autokranunternehmen durch. Daneben richtet die Bundesfachgruppe Schwertransporte und Kranarbeiten (BSK) im Bundesverband des Deutschen Güterfernverkehrs e.V. (BDF) Lehrgänge für Führer von gleislosen Fahrzeugkranen aus (Abb. 99). Die erfolgreiche Teilnahme an einem derartigen Lehrgang wird dem Teilnehmer durch die Aushändigung des "**BSK-Befähigungsnachweis** für Autokranführer von gleislosen Fahrzeugkranen" bestätigt.

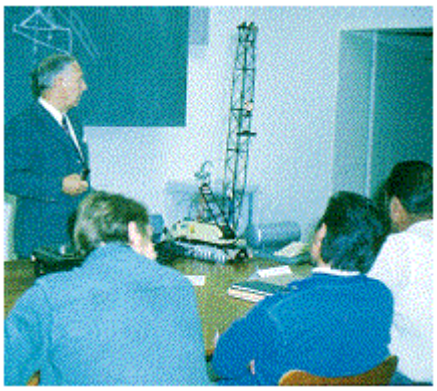


Abb. 99: Theoretische Ausbildung

Abb. 100: BSK-Befähigungsnachweis

Die Entsendung von Kranführern zu einer solchen Schulung stellt für den Unternehmer eine weitgehende Entlastung von seiner Verpflichtung dar, die Kranführer selbst auszubilden. Die Einstellung eines Kranführers mit BSK-Befähigungsnachweis ist Beleg für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht des Unternehmers bei der Auswahl des Kranführers. **In jedem Fall muß er sich aber davon überzeugen, daß der Kranführer in der Lage ist, denjenigen Kran zu führen, mit dessen Führung er ihn beauftragen will.** Dies gilt auch beim Wechsel auf einen anderen Krantyp und erst recht für den sog. "Springer", der bedarfsweise mehrere Krane des Unternehmens führen soll. Da gleislose Fahrzeugkrane in ihrem Aufbau sehr unterschiedlich sein können, muß der Kranführer mit dem jeweiligen Gerät, das er führen soll, vertraut sein. Der Unternehmer hat ihn entsprechend einzuweisen oder einweisen zu lassen. Die Betriebsanleitung des Kranherstellers für den jeweiligen Krantyp muß dem Kranführer zur Verfügung stehen.

Zusätzlich hat der Unternehmer den Kranführer schriftlich zu beauftragen (Muster siehe Anhang).

Kraneinsatz

Krane können die in sie gesetzten Erwartungen nur erfüllen, wenn sie bestimmungsgemäß eingesetzt und betrieben werden. Wird ein Kran abweichend von der seiner Berechnung zugrundeliegenden Einstufung der Triebwerke und Tragkonstruktion betrieben, ändert sich seine Beanspruchung. Ein als **"Montagekran"** konzipierter gleisloser Fahrzeugkran, der im Umschlagbetrieb eingesetzt wird, unterliegt einer höheren Beanspruchung. Dies hat einen größeren Verschleiß seiner Triebwerke und Tragkonstruktion zur Folge. Materialermüdungen treten schneller ein und können zum vorzeitigen Ausfall durch Versagen von Triebwerken oder der Tragkonstruktion führen. Um dies zu vermeiden, ist ggf. eine Herabstufung seiner Tragfähigkeit vorzunehmen.

Einsatzplanung

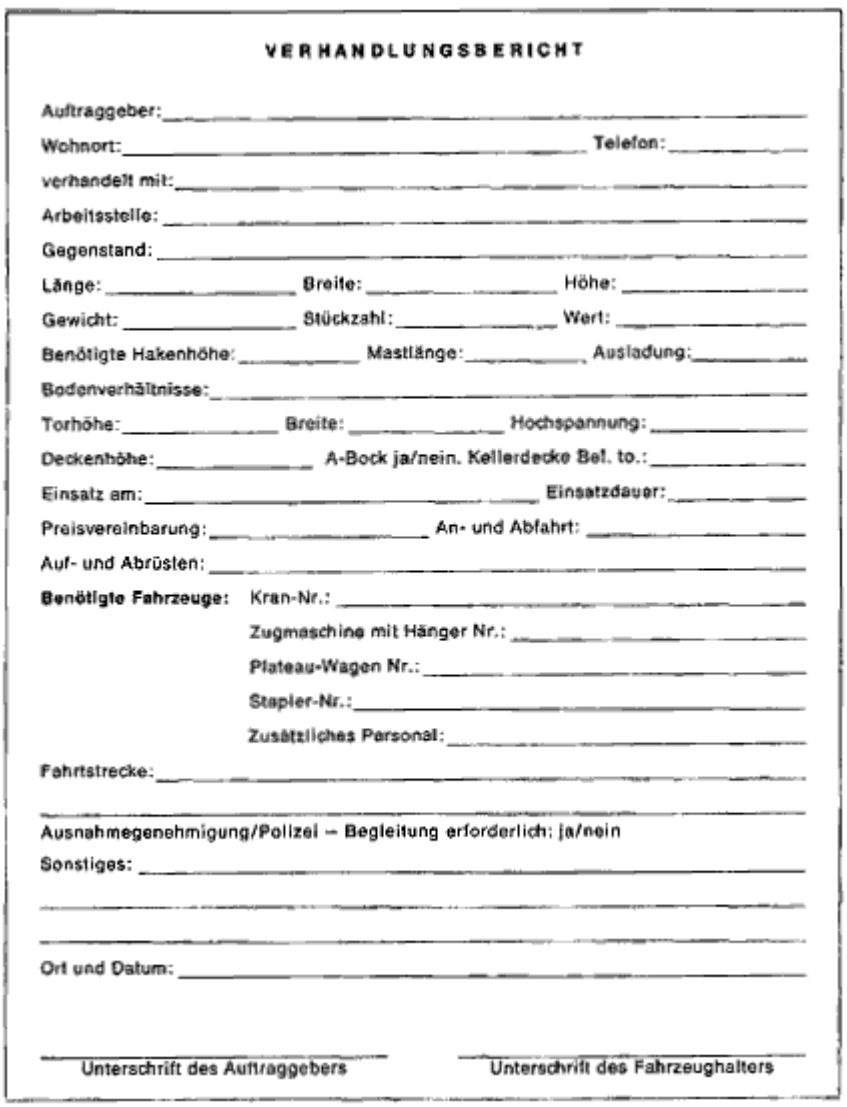
Gleislose Fahrzeugkrane wechseln ständig ihre Einsatzorte. Die Bodenverhältnisse am Aufstellungsort des Kranes, bauliche Anlagen, elektrische Freileitungen und andere Umfeldbedingungen (Abb. 101) beeinflussen die Durchführbarkeit der Kranarbeit. Sie stellen letztlich den Kranführer vor ständig neue Probleme. Fehlende Anschlagmöglichkeiten an der zu hebenden Last oder falsche (meist zu niedrige) Angaben über das Gewicht der zu hebenden Last, verleiten zu Improvisationen. Unfälle sind häufig die Folge. Nicht ohne Grund ist daher in der Unfallverhütungsvorschrift "Allgemeine Vorschriften" (VBG 1) gefordert, daß **der Unternehmer** zur Verhütung von Arbeitsunfällen Einrichtungen, **Anordnungen und Maßnahmen** zu treffen hat.

Abb. 101: Mangelhafte Abstützung, um den Verkehr nicht zu behindern

Als Ergebnis der Planung hat der Unternehmer für den jeweiligen vorgesehenen Einsatz einen geeigneten Kran mit ausreichender Tragfähigkeit, Hubhöhe und Ausladung zur Verfügung zu stellen.

Aufgabe des Kran-Unternehmers ist es also, durch eine ausreichende Einsatzplanung dafür Sorge zu tragen, daß die übernommene Kranarbeit ohne Gefährdung für die Kranmannschaft und Dritte sicher durchgeführt werden kann. Dabei ist zu prüfen, ob der vorhandene Gerätepark überhaupt die Übernahme eines bestimmten Auftrages erlaubt. Dem Kranführer müssen eindeutige Angaben über das einzusetzende Gerät, den Aufstellungsort, die Art und Bemessung der nötigen Anschlagmittel, den Arbeitsablauf usw. gemacht werden. Dies wird ohne eine vorausgegangene Ortsbesichtigung oft nicht möglich sein.

Die Verwendung eines Verhandlungsberichtes, der in Form einer "Checkliste" alle wichtigen zu klärenden Fragen enthält, erleichtert die Einsatzplanung (Abb. 102).



VERHANDLUNGSBERICHT

Auftraggeber: _____

Wohnort: _____ Telefon: _____

verhandelt mit: _____

Arbeitsstelle: _____

Gegenstand: _____

Länge: _____ Breite: _____ Höhe: _____

Gewicht: _____ Stückzahl: _____ Wert: _____

Benötigte Hakenhöhe: _____ Mastlänge: _____ Ausladung: _____

Bodenverhältnisse: _____

Torhöhe: _____ Breite: _____ Hochspannung: _____

Deckenhöhe: _____ A-Bock ja/nein. Kellerdecke Bel. to.: _____

Einsatz am: _____ Einsatzdauer: _____

Preisvereinbarung: _____ An- und Abfahrt: _____

Auf- und Abrüsten: _____

Benötigte Fahrzeuge: Kran-Nr.: _____

Zugmaschine mit Hänger Nr.: _____

Plateau-Wagen Nr.: _____

Stapler-Nr.: _____

Zusätzliches Personal: _____

Fahrtstrecke: _____

_____

Ausnahmegenehmigung/Polizei – Begleitung erforderlich: ja/nein

Sonstiges: _____

_____

_____

Ort und Datum: _____

_____ _____

Unterschrift des Auftraggebers Unterschrift des Fahrzeughalters

Abb. 102: Verhandlungsbericht für Einsatzplanung

Kann der Kran-Unternehmer die ihm vom Gesetz auferlegten Unternehmerpflichten nicht selbst wahrnehmen, muß er diese geeigneten "Linien-Vorgesetzten" übertragen. Das sind für die Planung von Kraneinsätzen im Regelfall die von ihm eingesetzten Einsatzplaner (Akquisiteure).

Koordinierung von Arbeiten

Überschneiden sich beim Kraneinsatz die Arbeitsbereiche von zwei oder mehr Betrieben oder wird ein Betrieb im Bereich eines anderen Betriebes tätig, kann es zu gegenseitigen Gefährdungen kommen. Aus diesem Grund ist eine Absprache zwischen den beteiligten Firmen erforderlich, bei der einzuhaltende Sicherheitsmaßnahmen festgelegt werden. **Der Unternehmer, der solche Aufgaben vergibt oder übernimmt, ist zwingend dazu verpflichtet** (Siehe § 6 UVV "Allgemeine Vorschriften" (VBG 1)).

Diese Vorschrift regelt zum einen die Einflußnahme auf die Fremdfirmen, die im eigenen Betrieb tätig werden. Zum anderen regelt sie in umgekehrter Weise das Tätigwerden eigener Mitarbeiter in einem fremden Betrieb.

Der Unternehmer, der **Fremdfirmen** in seinem Betrieb arbeiten läßt, muß einen Mitarbeiter als **Koordinator** bestellen, wenn eine gegenseitige Gefährdung gegeben ist. Dieser ist mit Weisungsbefugnis auszustatten, die sich auch auf die Mitarbeiter der Fremdfirmen erstreckt. Umgekehrt muß der Unternehmer, der Arbeiten in einem fremden Unternehmen übernimmt, von sich aus alles tun, um einen unfallfreien, reibungslosen Arbeitsablauf beim Zusammentreffen mit anderen Firmen zu gewährleisten (Abb. 103). Er muß sich mit den anderen Firmen abstimmen, dazu muß er von sich aus Kontakt suchen, z.B. mit dem Koordinator des Fremdunternehmens.

Abb. 103: Montagearbeiten in Fremdunternehmen

Einsatz in Fremdunternehmen

Beim Tätigwerden in fremden Unternehmen ist der Kranführer in besonderer Weise auf die Unterstützung durch die dort zuständigen Sicherheitsfachkräfte, Koordinatoren oder verantwortlichen Baustellenleiter bzw. Poliere angewiesen. Zu deren Aufgabengebiet gehört es, für den Kran den sicheren Anfahrtsweg und den geeigneten Aufstellplatz zu gewährleisten. Der Kranführer ist dafür nicht zuständig.

Weil diese Aufgabenteilung oft nicht bekannt ist, sind bei Kranarbeiten immer wieder die nachfolgenden Versäumnisse zu beobachten:

– Bei abgestütztem Kran konnten nicht alle Abstützungen ausgefahren werden.
– Die Abstützträger konnten nicht auf die vorgeschriebene Abstützbasis ausgefahren werden.
– Der Boden am Aufstellungsort war für den Kraneinsatz ungeeignet und nicht ausreichend tragfähig.

Damit waren die Voraussetzungen für die sichere Durchführung der Kranarbeit nicht gegeben. Diese hätte vom Kranführer nicht verlangt werden dürfen.

Wahl des Kranstandortes

Nach dem Eintreffen am Einsatzort muß **der Kranführer** den gleislosen Fahrzeugkran auf dem für die Durchführung der Kranarbeit vorgesehenen Standort in der günstigsten Stellung aufstellen.

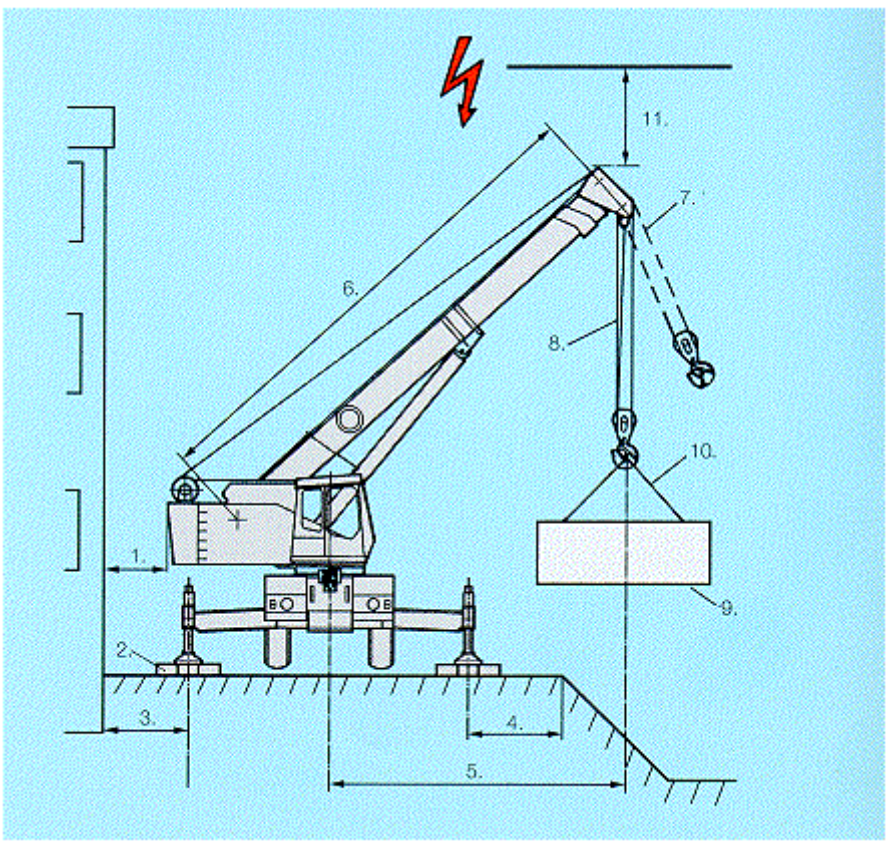


Abb. 104: Checkliste für Kranaufstellung

Die Beachtung der Positionen nachfolgender Checkliste (siehe auch Abb. 104) bewahrt ihn weitestgehend davor, daß sich die Kranarbeit ggf. als undurchführbar erweist und der Kran umgesetzt werden muß oder durch Improvisation und vorschriftswidriges Arbeiten Unfälle verursacht werden. Insbesondere sind folgende Punkte zu beachten:

1. Aufstellungsort so wählen, daß alle Kranbewegungen ungehindert durchgeführt werden können (Abb. 105). Quetschgefahr vermeiden, Sicherheitsabstand von 0,5 m einhalten, sonst Gefahrbereich absperren.
2. Kran richtig abstützen und Stützen entsprechend der Tragfähigkeit des Bodens am Aufstellungsort grobflächig unterbauen
3. Sicherheitsabstand zu Kellern u.ä. einhalten
4. Sicherheitsabstand zu Böschungen einhalten
5. Ausladung so gering wie möglich wählen (Tragfähigkeitsreserve)
6. Richtige Auslegerlänge zum Lastfall wählen
7. Schrägzug vermeiden
8. Richtige Einscherung des Hubseiles zum Lastfall vornehmen
9. Gewicht und Windangriffsfläche der Last beachten
10. Anschlagmittel entsprechend dem Gewicht der Last, der Anschlagart und dem Neigungswinkel auswählen.
11. Gefahr durch elektrische Freileitungen beachten

Abb. 105: Für ungehinderte Schwenkmöglichkeit sorgen

Aufrüsten des Kranes

Das Aufrüsten des Kranes setzt sich aus einer Reihe von Einzelarbeitsvorgängen zusammen. Nur wenn alle sorgfältig durchgeführt wurden, ist die Grundlage für eine sichere Durchführung der Kranarbeit gegeben. Das Auf-, Ab- und Umrüsten von Fahrzeugkranen hat darum unter Leitung einer vom Unternehmer bestimmten Person zu erfolgen. Diese wird in der Regel der Kranführer sein. Beim Arbeiten im Team hat er die nötigen Anweisungen zu geben.

Montageanweisung

Der unterschiedliche technische Aufbau und die konstruktiven Eigenheiten der verschiedenen Krantypen lassen nur wenige allgemein gültige Regeln für das Auf-, Ab- und Umrüsten von gleislosen Fahrzeugkranen zu. Spezielle Montageanweisungen, die einzuhalten sind, enthält deshalb die Betriebsanleitung des Kranherstellers (Abb. 106).

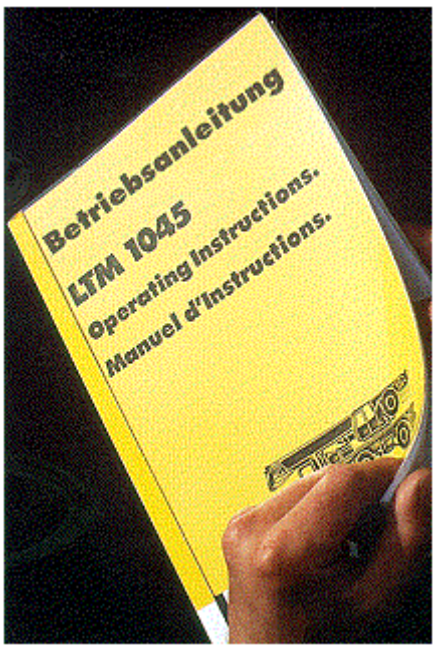


Abb. 106: Betriebsanleitung des Herstellers

Gegengewicht

Das Standmoment des gleislosen Fahrzeugkranes wird durch die Gewichtskräfte von Kranunterwagen und Kranoberwagen bestimmt. Der Menge und Lage des Gegengewichtes kommt in diesem Zusammenhang eine wesentliche Bedeutung zu (Abb. 107). Beim Aufrüsten ist daher darauf zu achten, daß

- bei losem Gegengewicht **der vorgeschriebene Ballast** nach der Anweisung des Kranherstellers montiert wird
- Gegengewichte aus losen Stücken sich weder verschieben noch herabfallen können

  und
- ausfahrbare Gegengewichte in die vorgeschriebene Stellung gebracht werden.

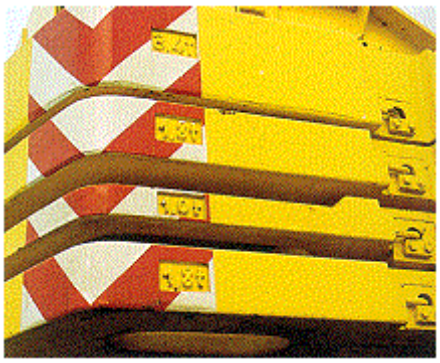


Abb. 107: Variable Gegengewichte

Beim Einbau des Gegengewichtes ist ein "Zuviel" (Abb. 108) genauso falsch wie ein "Zuwenig". Darum stets die vorgeschriebene Gegengewichtsmenge montieren.

Abb. 108: Unzulässige Gegengewichtserhöhung

Sicherung lösbarer Bauteile

Kranbauteile, die im abgebauten Zustand transportiert und für den Kraneinsatz montiert werden müssen, sind in der vom Kranhersteller vorgeschriebenen Weise zu sichern. Dies gilt z.B. für die Verbindungsbolzen der Auslegerschüsse von Gittermastauslegern (Abb. 109), für Teller an Kranabstützungen und für Verriegelungsbolzen von Abstützträgern.

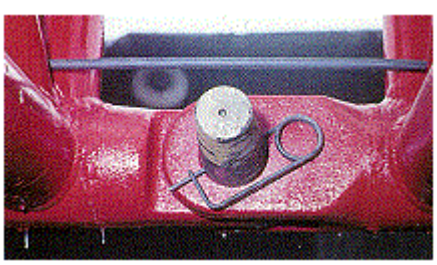


Abb. 109: Gesicherte Bolzenverbindung

Auslegermontage

Mit besonderer Sorgfalt ist der Ausleger zu montieren. Dabei sind die Arbeiten von sicheren Standorten aus durchzuführen, um Unfälle durch Abrutschen oder Abstürzen zu vermeiden.

Muß der Ausleger beim Auf- und Abrüsten an bestimmten Stellen bestiegen werden, sind diese Stellen Arbeitsplätze (Abb. 110). Durch Anbringung einer ausreichend bemessenen Standfläche aus rutschhemmenden Rosten ist dem Kranpersonal ein sicherer Aufenthalt zu ermöglichen (Abb. 111).

Abb. 110: Arbeitsplatz für die Nackenseilmontage

Abb. 111: Rutschhemmende Standflächen

Beim Abziehen des Hubseiles von der Windentrommel, insbesondere bei Kranen mit Gittermastausleger, soll niemand den ungesicherten Weg über den Ausleger nehmen. Das Hubseil ist, wenn keine entsprechenden Hilfseinrichtungen vorhanden sind, vom Erdboden aus abzuziehen.

Erfolgt die Montage des Gittermastauslegers im "Freien Vorbau", ist der Ausleger entsprechend abzustützen, um eine Beschädigung durch sein Eigengewicht zu vermeiden. Bewährt haben sich Abstützböcke auf Rollen, die im Rhythmus des Auslegervorbauens von der Kranmannschaft mit vorgerückt werden.

Abstützen

Eine Grundvoraussetzung für den sicheren Betrieb gleisloser Fahrzeugkrane ist ihr Einsatz auf tragfähigem Untergrund. Die UVV "Krane" fordert deshalb:

> **"Ortsveränderliche Krane dürfen nur auf tragfähigem Untergrund eingesetzt werden.**
>
> Erforderlichenfalls sind Abstützungen zu benutzen und entsprechend der Tragfähigkeit des Untergrundes zu unterbauen."

Die Standsicherheit eines gleislosen Fahrzeugkranes hängt unmittelbar von der Lage seiner Kippkanten ab. Durch das Verwenden der Abstützung wird die Kippkante vom Kran weg näher an die zu hebende Last verlagert. Dadurch werden bei gleichbleibender Auslegerlänge und Ausladung das Standmoment des Kranes größer, das Kippmoment des Kranes kleiner. Als unmittelbare Folge daraus erhöht sich seine zulässige Belastung.

Wird mit dem Kran ohne Abstützung, d.h. freistehend, gearbeitet, tritt unter Belastung durch Einfedern der Achsfederung und Verformung der Reifen ein Schrägstellen des Kranes ein. Wegen der damit verbundenen Vergrößerung der Ausladung kann dies seine Standsicherheit gefährden. Die Achsen sind darum zu blockieren und die Reifen müssen den vorgeschriebenen Luftdruck haben. Für welche Kranarbeiten darüber hinaus die Achsblockierung zu betätigen ist, bestimmt die Betriebsanleitung.

Manche Krane dürfen nicht freistehend, sondern nur abgestützt betrieben werden. Dies betrifft im allgemeinen alle Lkw-Ladekrane (Abb. 112, 113).

Abb. 112, 113: LKW-Ladekrane dürfen im allgemeinen nicht "freistehend" betrieben werden.

Die vom Konstrukteur errechneten Lasten können vom Kran nur gehoben werden, wenn die Kippkanten des Kranes auch so verlaufen, wie in der Konstruktion für den jeweiligen Rüstzustand vorgesehen. Dies ist für den Rüstzustand "Kran abgestützt" dann der Fall wenn die Abstützträger auf das der Abstützbasis zugrundeliegende Maß ausgefahren sind. Bei nur teilweise ausgefahrener Abstützung ist die Standsicherheit nicht über den vollen Drehbereich gewährleistet (Abb. 114, 115).

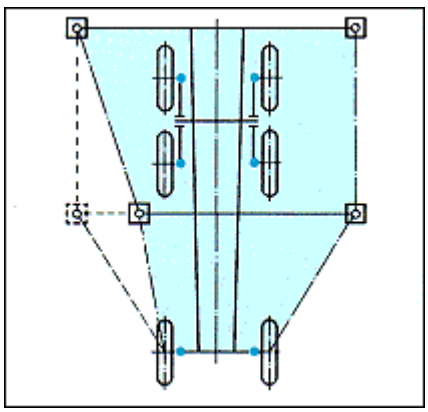


Abb. 114, 115: Verlauf der Kippkanten bei nur teilweise ausgefahrener vorderer Abstützung

Zum Abstützen müssen alle Stützen ausgefahren werden, auch die an der Last abgewandten Seite. Die Praxis hat aber gezeigt, daß viele Kranführer aus Unwissenheit oder Bequemlichkeit nur die lastseitigen Stützen ausfahren . Sie glauben, daß der Kran damit eine ausreichende Standsicherheit hat. **Diese Annahme ist falsch.** Sie kann gefährliche Folgen haben:

– Durch die am Kran hängende Last werden Hubseil und ggf. Nackenseile und der Ausleger gespannt. Wenn in dieser Situation die Last plötzlich herabfällt, wird der Kran schlagartig entlastet. Der Ausleger entspannt sich und schnellt zurück. Der Kran kann nach hinten umstürzen, wenn in dieser Situation die rückwärtigen Stützen nicht ausgefahren sind.

– Es könnte sich entgegen vorheriger Annahme als notwendig erweisen, die Last über die gegenüberliegende Seite schwenken zu müssen. Wurde versäumt, die Stützen an dieser Seite auszufahren, ist der Kranumsturz unvermeidbar (Abb. 116).

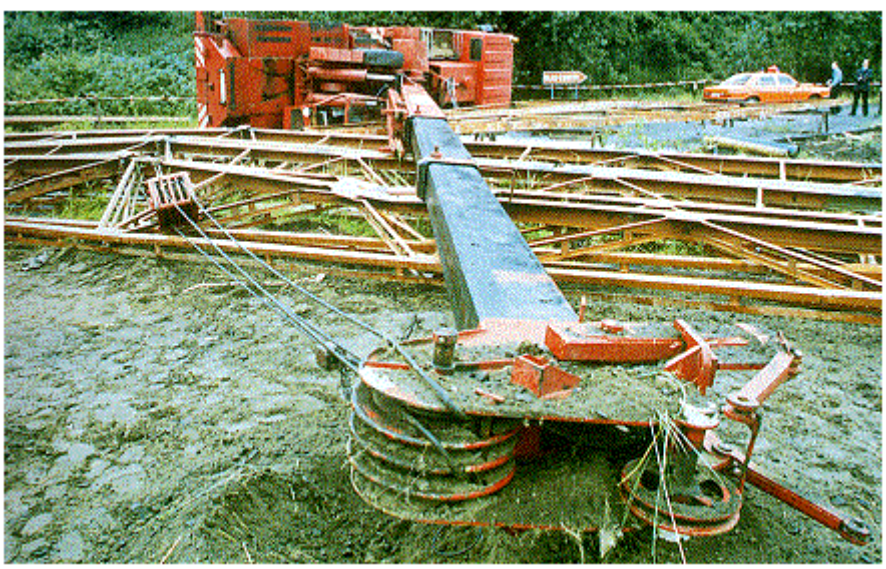


Abb. 116: Kranumsturz durch Abstützfehler

Allein durch das Drehen des unbelasteten Kranoberwagens zur Seite kann der Kran durch das Gegengewichtsmoment nach rückwärts (Abb. 117) oder durch den Ausleger nach vorn kippen.

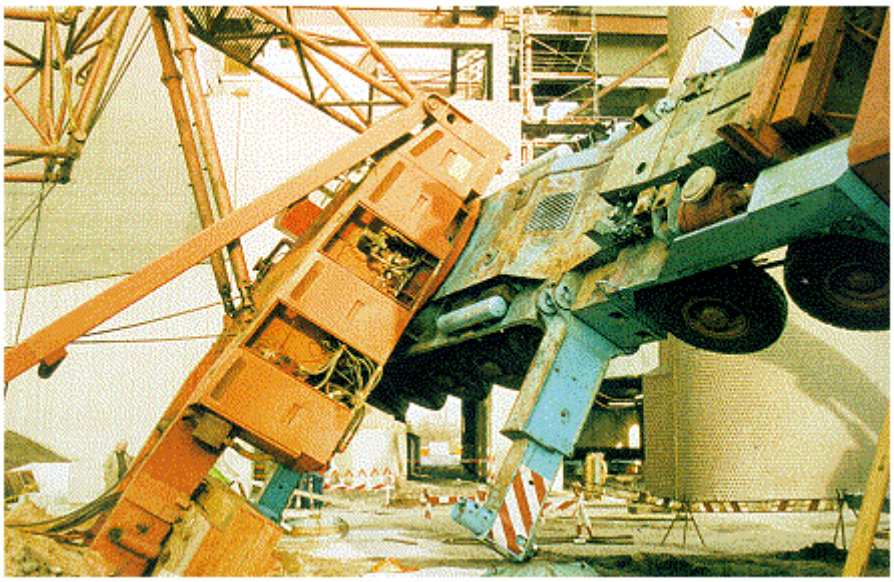


Abb. 117: Krane können auch nach rückwärts umkippen

Das häufig beobachtete Ausfahren der Kranabstützungen auf eine **beliebige Stützbasis** ist nicht nur aus Gründen der Standsicherheit unzulässig. Es kann auch das Versagen der Abstützungen nach sich ziehen. Durch die heute meist ,"optimierte Krankonstruktion" sind die Abstützträger nicht mehr in der Lage, in jeder beliebigen Stellung die auftretenden Kräfte und Momente sicher zu übertragen. Sie dürfen daher nur auf die vom Kranhersteller vorgegebenen Abstützbasismaße ausgefahren werden (Abb. 118).

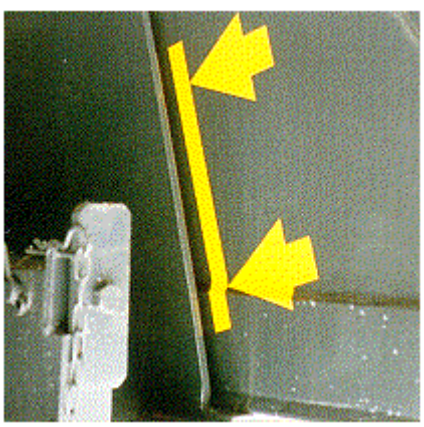


Abb. 118: Kennzeichnung der Stützbasis

An diesen Stellen sind sie verstärkt und so ausgeführt, daß sie die auftretenden Kräfte sicher aufnehmen und übertragen können.

Ausgefahrene Abstützträger, sind, **wie vom Kranhersteller vorgeschrieben**, zu sichern (Abb. 119). Geschieht dies nicht und geben sie unter Belastung nach, ist der Kranumsturz die Folge. Solche Unfälle sind dem Kranführer anzulasten, da er den Kran nicht bestimmungsgemäß aufgerüstet hat.

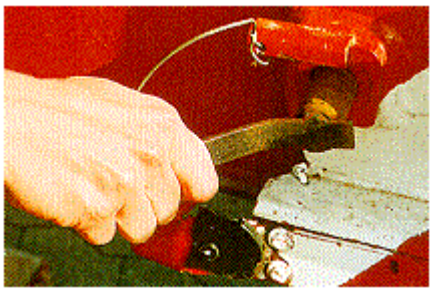


Abb. 119: Abstützträger durch Bolzen sichern

Da das Aus- und Einfahren der Kranabstützung eine **gefahrbringende Bewegung** ist, durch die Dritte gefährdet werden können (Einquetsch- und Schergefahr), hat der Betätigende die Stützen während des Aus- und Einfahrens zu beobachten. Im Falle einer Gefährdung hat er die Bewegungen zu stoppen. Zumindest fahrlässig, wenn schon nicht grob fahrlässig, ist es, die Stützen "blind" zu fahren.

Die Stützspindeln oder Stützzylinder sind beim Abstützen nur soweit wie gerade nötig auszufahren. Ob die Reifen des Kranes freigehoben werden müssen oder nicht, bestimmt die Betriebsanleitung des Herstellers. Das Freiheben der Reifen kann bei Kranen, deren Kranunterwagen über die vorderen Kranabstützungen hinausragt, schwerwiegende Folgen haben. Der Kran kann kippen, wenn Lasten aus dem hinteren Bereich nach vorne – über die vorderen Abstützungen hinaus – bewegt werden. Das außerhalb der vorderen Stützen angreifende Gewicht des Kranunterwagens (Führerhaus, Fahrmotor, Vorderachsen) bildet beim Anheben der Last über der Kranhinterkante Standmoment. Beim Schwenken der Last nach vorn (Abb. 120) erhöht dieser Anteil des Unterwagens dann das Kippmoment. Aus diesem Grunde schreibt die Betriebsanleitung bei derartigen Kranen vor, daß für die genannten Arbeiten die Vorderachsen blockiert sein müssen und – ggf. durch Unterbauen mit Abstützhölzern – Bodenhaftung sichergestellt sein muß.

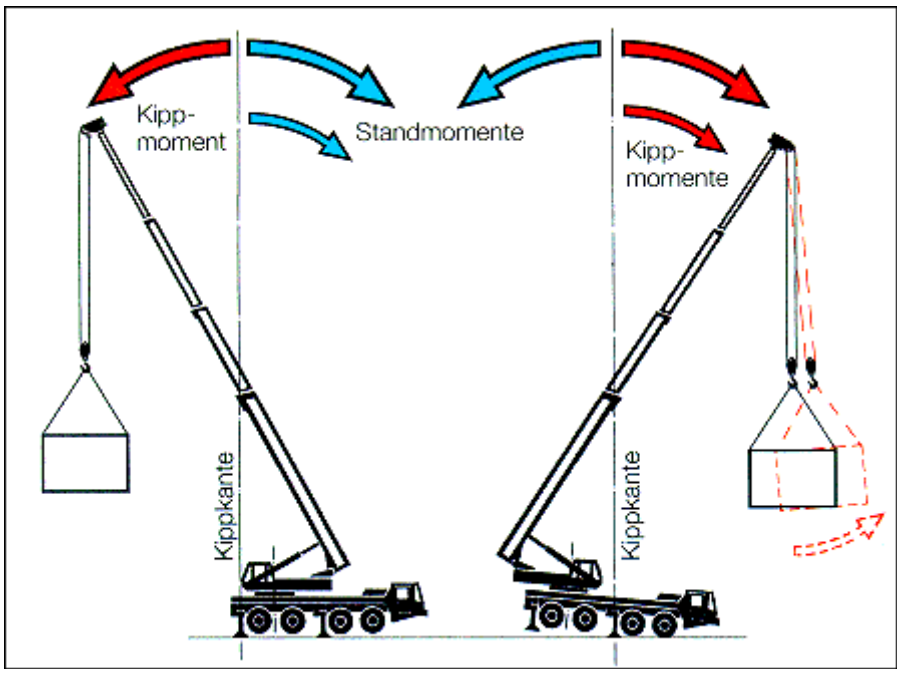


Abb. 120: Abstützen: Kippgefahr bei freigehobener Vorderachse

Bedingung für die Durchführung der Kranarbeit ist der **waagerecht aufgestellte Kran**. Im allgemeinen erlaubt der Kranhersteller eine max. Schrägstellung von 0,5 % zur Waagerechten. Abweichende Werte sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen. Steht der Kran nicht waagerecht und wird die Last "bergseitig" angehoben und zum Gefälle hin geschwenkt, hat dies eine unerwünschte Vergrößerung der Ausladung zur Folge. Außerdem bleibt die Last nicht im Lot stehen, sondern bewegt sich durch die ihr innewohnende Dynamik über das Lot hinaus noch weiter vom Kran weg. Dadurch kann der Kran umstürzen oder tragende Teile des Kranes – meist der Ausleger – "abgedreht" werden. **Dazu ein Beispiel** (siehe Abb. 121):

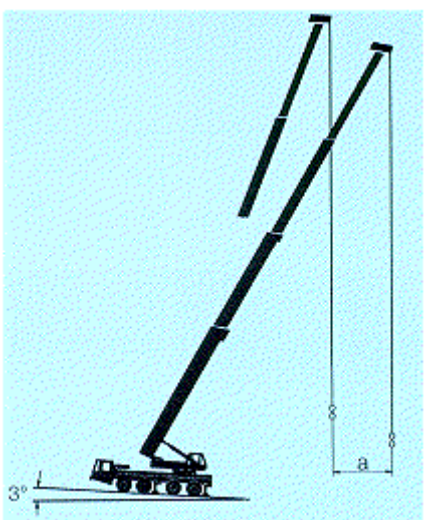


Abb. 121: Ausladungsvergrößerung durch Schrägstellung

Wird ein 70 t-Autokran mit 42 m Auslegerlänge und einer Ausladung von 12 m um 3° gegen die Waagerechte geneigt aufgestellt, vergrößert sich seine Ausladung ungewollt um "a" = 2 m. Die waagerechte Aufstellung des Kranes anhand der am Kran vorhandenen Libelle oder mittels einer Wasserwaage ist darum unabdingbar (Abb. 122).

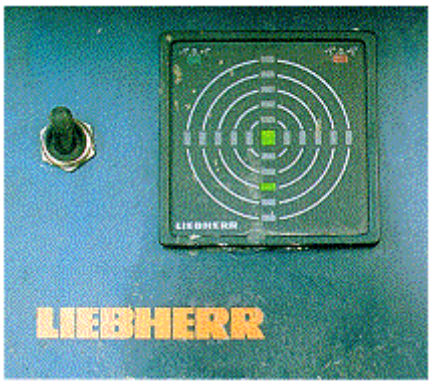


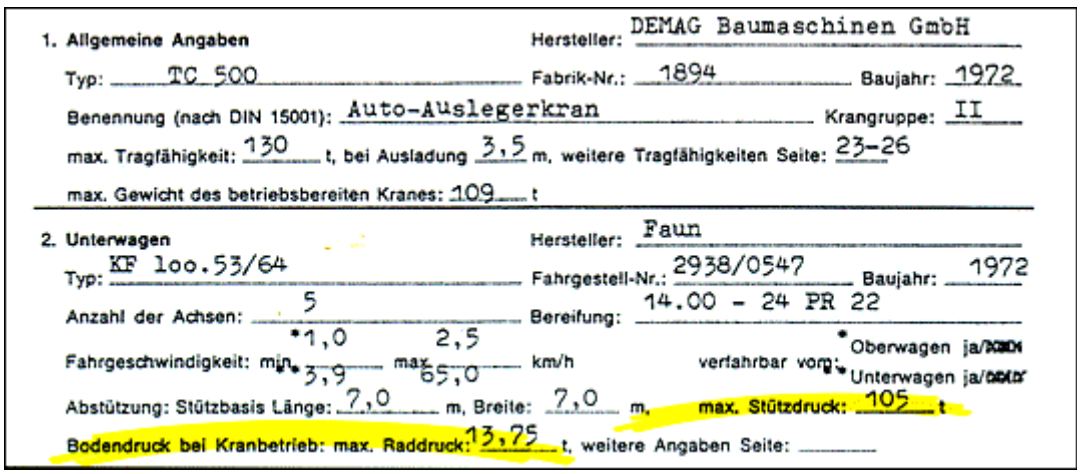
Abb. 122: Libelle zur Kontrolle der waagerechten Kranaufstellung

Eine weitere Grundvoraussetzung für die sichere Aufstellung gleisloser Fahrzeugkrane ist ihr Einsatz auf tragfähigem Untergrund.

Bei freistehendem Kran übertragen die Räder, bei abgestütztem Kran die Abstützungen, erhebliche Kräfte auf den Boden. Wird der spezifische Stützdruck unter den Rädern bzw. Abstützungen größer als die Tragfähigkeit des Bodens, kommt es zum **Bodenversagen durch "Grundbruch"** (Abb. 123) und der Kran stürzt um. Ordnungsgemäßes Abstützen setzt daher die Kenntnis sowohl der zulässigen Bodenbelastung am Aufstellungsort des Kranes als auch der Stützdrücke, die der Kran verursacht, voraus. Das Unfallgeschehen und Erfahrungen bei Kranführerschulungen beweisen, daß hier große Unkenntnis herrscht. So kennen viele Kranführer den ungünstigsten, d.h. maximalen Stützdruck des von ihnen geführten Kranes nicht.

Abb. 123: Bodenversagen durch den Stützdruck

Da es sich um Angaben handelt, die für den sicheren Betrieb des Kranes notwendig sind, müssen zumindestens die max- Stützdrücke des Kranes sowohl in der Betriebsanleitung als auch im Kranprüfbuch (Abb. 124) vom Kranhersteller angegeben sein. Der Kranbetreiber hat seinen Kranführern bei den Einweisungen die Angaben über die Stützdrücke des Kranes bekanntzugeben und über vorschriftgerechtes Abstützen zu unterweisen und zur Einhaltung der Abstützanweisungen anzuhalten.



1. Allgemeine Angaben — Hersteller: DEMAG Baumaschinen GmbH
Typ: TC 500 — Fabrik-Nr.: 1894 — Baujahr: 1972
Benennung (nach DIN 15001): Auto-Auslegerkran — Krangruppe: II
max. Tragfähigkeit: 130 t, bei Ausladung 3,5 m, weitere Tragfähigkeiten Seite: 23-26
max. Gewicht des betriebsbereiten Kranes: 109 t

2. Unterwagen — Hersteller: Faun
Typ: KF 100.53/64 — Fahrgestell-Nr.: 2938/0547 — Baujahr: 1972
Anzahl der Achsen: 5 — Bereifung: 14.00 - 24 PR 22
Fahrgeschwindigkeit: min. 1,0 / 3,9 — max. 2,5 / 65,0 km/h — verfahrbar vorn: Oberwagen ja/[illegible] Unterwagen ja/[illegible]
Abstützung: Stützbasis Länge: 7,0 m, Breite: 7,0 m, max. Stützdruck: 105 t
Bodendruck bei Kranbetrieb: max. Raddruck: 13,75 t, weitere Angaben Seite: ____

Abb. 124: Stammblatt für den gleislosen Fahrzeugkran, Stützdruckangabe im Kranprüfbuch

Die zulässige Belastung des Bodens am Kranaufstellungsort (zulässige Bodenpressung) wird bestimmt durch Art und Zustand des Bodens. Hinweise über zulässige Bodenpressungen finden sich in der Norm DIN 1054 "Baugrund; zulässige Belastung des Baugrundes" (siehe Tabelle 6). Letzte Sicherheit über die Bodenverhältnisse am Aufstellungsort kann aber nur eine Bodenuntersuchung z.B. mit Rammsonde (Künzelstab) geben (Abb. 125). Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß der Kranverleiher seinem Auftraggeber (Kunden) die Gewährleistung einer bestimmten Mindestqualität des Bodens im Bereich der Kranzufahrt und des Aufstellungsortes vertraglich vorschreibt.

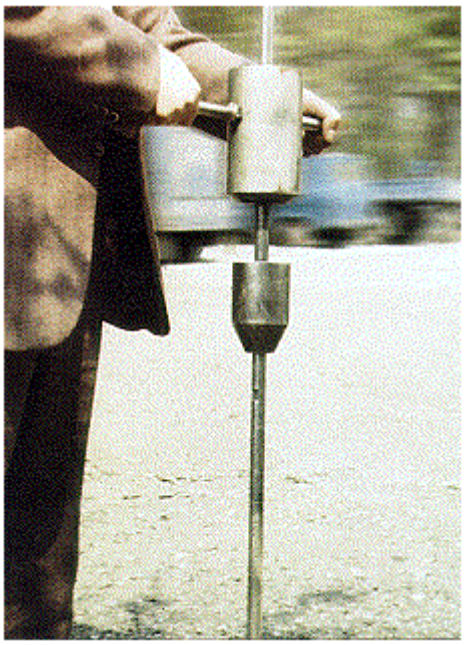


Abb. 125: Bodenuntersuchung mit Rammsonde

In der Regel werden die zum Kran gehörenden Abstützteller flächenmäßig nicht ausreichen, um einen Kran auf angeschüttetem oder gewachsenem Boden sicher aufzustellen. Zur Vermeidung eines Grundbruches müssen die Stützen zusätzlich entsprechend großflächig unterbaut werden. Für die Errechnung des spezifischen Stützdruckes und für die Errechnung der erforderlichen Abstützfläche siehe auch Abb. 126.

Tabelle 6: Zulässige Belastung des Baugrundes nach DIN 1054 (Auszug)

Bodenart	Zulässige Bodenpressungen N/cm^2
1. Organische Böden im allgemeinen: Torf, Faulschlamm Moorerde	0
2. Unverdichtete Schüttung: Bauschutt usw.	0 – 10
3. Nichtbindige Böden: Sand, Kies, Steine und ihre Mischungen	20
4. Bindige Böden:	
a) Toniger Schluff, vermischt mit z.B. Mutterboden	12
b) Schluff, bestehend aus Witterungs- und Hanglehm	13
c) Fetter Ton bestehend aus Ton und Auffüllungen	
steif	9
halbfest	14
fest	20
d) Gemischtkörniger Boden Ton bis Sand, Kies- und Steinbereiche	
steif	15
halbfest	22
fest	33
5. Fels in gleichmäßig festem Zustand:	
brüchig, mit Verwitterungsspuren	150
nicht brüchig	400

Dazu ein Beispiel:

Ein 50 t-Autokran mit Teleskopausleger hat einen max. Stützdruck von 484 000 N. Seine quadratischen Stützteller, Seitenlänge 50 cm, haben je Stützteller eine Fläche von 2500 cm^2 Wie groß ist der höchste spezifische Stützdruck dieses Kranes je Stützteller?

$$\textbf{Spezifischer Stützdruck} = \frac{\text{max . Stützdruck}}{\text{Fläche Stützteller}} = \frac{484\,000\,\text{N}}{2500\,\text{cm}^2} = \underline{\underline{193{,}6\,\text{N/cm}^2}}$$

Dieser Wert liegt weit über der zulässigen Bodenpressung aller Arten von Lockergestein. Soll dieser Kran also auf gewachsenem Boden, Bodenart Grobsand, zulässige Bodenpressung 20 N/cm^2, eingesetzt werden, ist die Abstützfläche zu vergrößern. Diese errechnet sich wie folgt:

$$\textbf{Abstützfläche} = \frac{\text{max . Stützdruck}}{\text{zulässige Bodenpressung}} = \frac{484\,000\,\text{N}}{20\,\text{N/cm}^2} = 24\,200\,\text{cm}^2 = \underline{\underline{2{,}42\,\text{m}^2}}$$

Diese Fläche muß die Unterbauung der Kranabstützungen mindestens aufweisen.

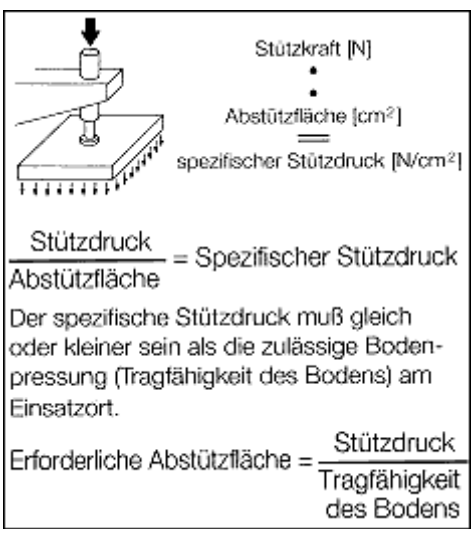

Stützkraft [N]
•
•
Abstützfläche [cm²]
=
spezifischer Stützdruck [N/cm²]
Stützdruck / Abstützfläche = Spezifischer Stützdruck
Der spezifische Stützdruck muß gleich oder kleiner sein als die zulässige Bodenpressung (Tragfähigkeit des Bodens) am Einsatzort.
Erforderliche Abstützfläche = Stützdruck / Tragfähigkeit des Bodens

Abb. 126: Bestimmung der erforderlichen Abstützfläche

Unterbauung

Hat die Planung ergeben, daß die **Kranabstützungen** wegen der zu geringen Tragfähigkeit des Untergrundes **zusätzlich zu unterbauen sind**, kommen nur geeignete Materialien in Betracht, die dem Stützdruck sicher standhalten.

Bewährt haben sich astfreie Harthölzer von gleichem Querschnitt, z.B. Bongossi-Holz, Eiche (halbe Eisenbahnschwellen) oder spezielle Plattenkonstruktionen aus Holz oder Metall.

Die erforderlichen Hölzer oder Platten sind vom Kranunternehmen bereitzustellen.

Auf dem Fahrzeugkran ist nur beschränkt Platz für die Mitnahme von Abstützmaterial (Abb. 127). Dies muß bei der Einsatzplanung berücksichtigt werden. Es gehört nicht zu den Aufgaben des Kranführers, sich Abstützhölzer auf der Baustelle zusammenzusuchen (Abb. 128).

Abb. 128: Ungeeignete Abstützhölzer

Abb. 127: Unterbringung von Abstützhölzern auf dem Kran

Wichtig ist, daß die Stützen **mittig** auf der Unterbauung aufgesetzt sind und die Stützteller **alle** Stützhölzer ausreichend überdecken (Abb. 129). Erforderlichenfalls sind Querhölzer zu legen (Kreuzverband).

Abb. 129: Der Stützteller muß die Stützhölzer ausreichend überdecken

Am Kranaufstellungsort ist zu prüfen, ob z.B. Kanäle, verdeckte Gruben und kellerartige Gewölbe vorhanden sind und wie sie verlaufen (Abb. 130). Nicht erkannt, waren sie häufig die Ursache von Kranumstürzen, da sie den Stützdrücken nicht standhielten und einbrachen.

Abb. 130: Kanäle sind kein sicherer Abstützort

Böschungen/Gruben

Gleislose Fahrzeugkrane dürfen nicht zu dicht an Böschungen und Gruben aufgestellt werden, da hier die Gefahr besteht, daß der Böschungs- oder Grubenrand unter der hohen Belastung nachgibt und ein Böschungsbruch eintritt (Abb. 131). Entsprechend der Bodenart ist ein ausreichender Sicherheitsabstand einzuhalten. Zulässige Abstände von Baugruben und Gräben können entsprechend DIN 4124 "Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau" bestimmt werden (Abb. 132). Der Sicherheitsabstand muß vom Grubenfuß aus gemessen werden und beträgt im allgemeinen bei

– gewachsenen, bindigen Böden 1 x Grubentiefe (Böschungswinkel 45°)

  und

– bei aufgeschütteten und rolligen Böden 2 x Grubentiefe (Böschungswinkel 30°).

Abb. 131: Nie direkt am Böschungsrand abstützen

Kann der Sicherheitsabstand nicht eingehalten werden, muß die Böschung oder Grube zusätzlich abgefangen werden.

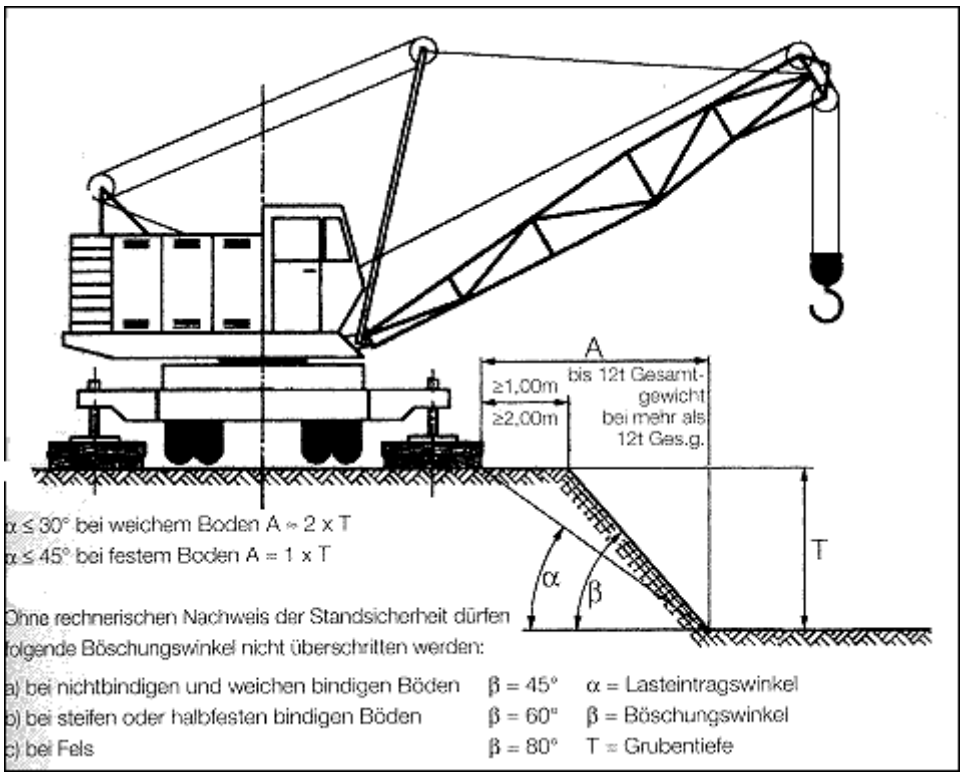

A
≥1,00m
≥2,00m
bis 12t Gesamt-gewicht
bei mehr als 12t Ges.g.
α ≤ 30° bei weichem Boden A = 2 x T
α ≤ 45° bei festem Boden A = 1 x T
T
α
β
Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:
a) bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden β = 45°
b) bei steifen oder halbfesten bindigen Böden β = 60°
c) bei Fels β = 80°
α = Lasteintragswinkel
β = Böschungswinkel
T = Grubentiefe

Abb. 132: Sicherheitsabstand A zu Baugruben und Gräben

Fassen wir zusammen:

Beim Aufstellen und Abstützen des Kranes ist die beispielhafte Aufzählung der nachfolgenden Checkliste zu beachten:

Checkliste "Aufstellen des Kranes"	
Kran abgestützt	**Kran freistehend**
☐ **auf ausreichende Tragfähigkeit des Bodens achten**	☐ **auf eine ausreichende Tragfähigkeit des Bodens achten**
☐ **Angaben in der Betriebsanleitung beachten; feststellen, ob Achsen blockiert, Räder freigehoben und freigehobene Räder der Vorderachse(n) unterbaut werden müssen**	☐ **Achsblockierung einlegen**
☐ **alle Stützen benutzen**	☐ **für ausreichenden Reifendruck sorgen**
☐ **Stützträger bzw. Stützarme voll auf das Abstützbasismaß ausfahren**	
☐ **vorhandene Sicherungen einlegen**	
☐ **Stützen ausreichend unterbauen**	
☐ **Kran in die Waage bringen**	☐ **waagerechte Aufstellung beachten**
☐ **Sicherheitsabstand zu Gruben und Böschungen einhalten**	☐ **Sicherheitsabstand zu Gruben und Böschungen einhalten**
	bitte kopieren

Einscheren des Hubseiles

Die Hubkraft eines Kranes hängt von der Zugkraft seiner Hubwerkswinde und der Anzahl der möglichen Hubseileinscherungen ab. Wird im direkten Strang gearbeitet, kann der Kran – abzüglich der Reibung im Seiltrieb – nur so viel an Gewicht heben, wie seine Winde zieht. Ist die zu hebende Last größer als die Zugkraft der Hubwerkswinde, muß das Hubseil nach dem Prinzip des Flaschenzuges zwischen Auslegerkopf und Unterflasche entsprechend oft eingeschert werden (Abb. 133). Mit wachsender Anzahl der eingescherten Seilstränge nimmt das Hubvermögen des Kranes zu, die Hubgeschwindigkeit ab. Dabei muß natürlich berücksichtigt werden, daß durch die Reibung an den Seilrollen Verluste an Hubkraft auftreten. Die Reibungsverluste nehmen mit der Anzahl der eingescherten Hubseilstränge zu. Das max. Antriebsmoment der Hubwerkswinde bestimmt die Windenzugkraft. Dadurch verändert sich letztere von Seillage zu Seillage. Die Windenzugkraft F ist auf der untersten Seillage am größten (Abb 134).

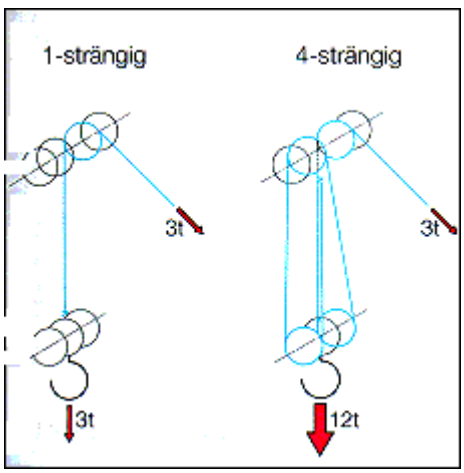


Abb. 133: Einscheren des Hubseils (Reibungsverluste wurden vernachlässigt)

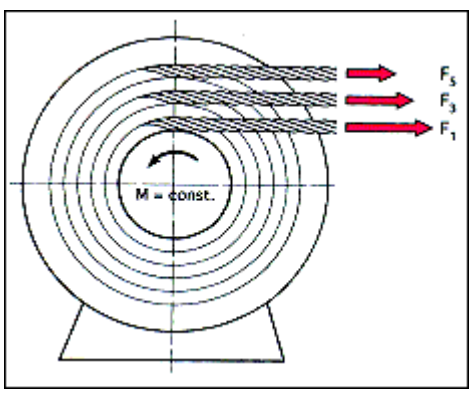


Abb. 134: Windenzugkraft in Abhängigkeit von der Seillage

Für die Errechnung der Anzahl der einzuscherenden Seilstränge ist nicht nur das Gewicht der zu hebenden Last, sondern auch das Gewicht von Unterflasche oder Hakengeschirr sowie das Gewicht von Lastaufnahmemitteln und Anschlagmitteln zu berücksichtigen (Abb. 135).

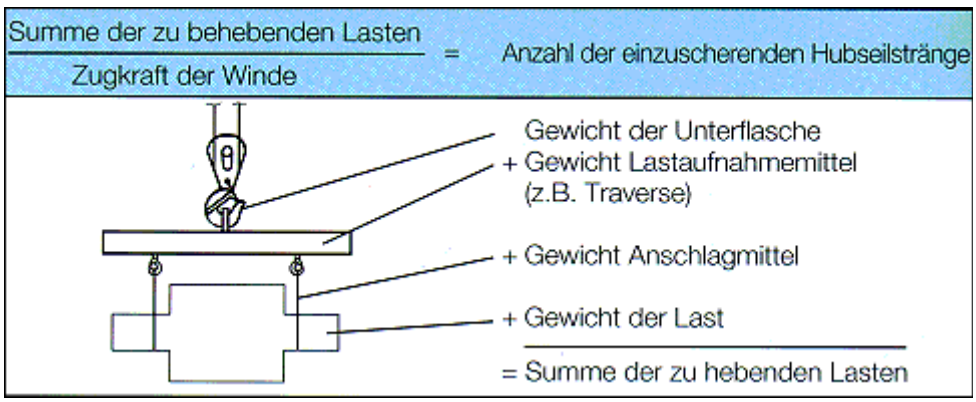


Abb. 135: Ermittlung der Hubseileinscherung

Das Einscheren selbst hat nach der Betriebsanleitung des Kranes so zu erfolgen, daß der Ausleger nicht außermittig (unsymmetrisch) beansprucht wird. Siehe hierzu folgendes Beispiel aus einer Einscheranweisung (Abb. 136, 137).

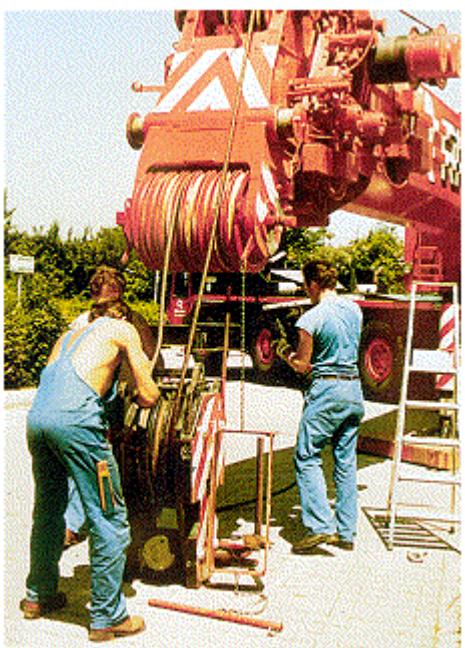


Abb. 136: Einscheren des Hubseils nach Einscheranweisung

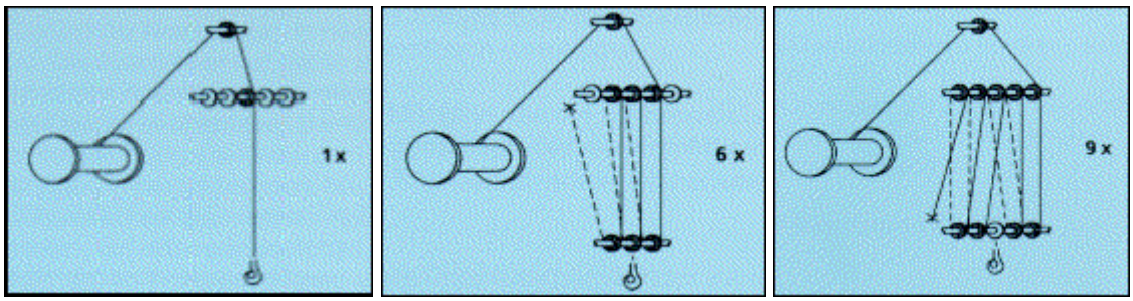


Abb. 137: Einscheranweisung des Herstellers (Auszug aus einer Betriebsanleitung)

Einstellung und Überprüfung der Sicherheitseinrichtungen

Der Kranführer ist verpflichtet, die Sicherheitseinrichtungen bestimmungsgemäß zu verwenden. Bevor der Kran in Betrieb genommen wird, muß der Kranführer

1. Notendhalteinrichtungen – soweit deren Bauart es erfordert – anschließen oder einstellen
2. Lastmomentbegrenzer auf den Rüstzustand des Kranes einstellen (Abb. 138)

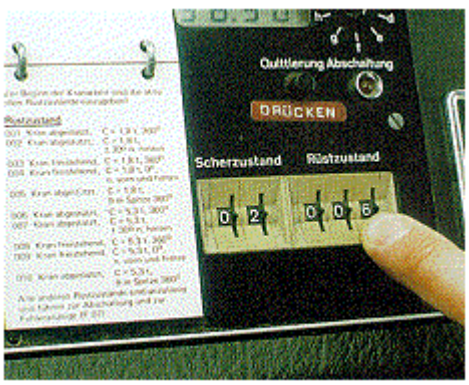


Abb. 138: Einstellen des Lastmomentbegrenzers

3. die Funktion der Bremsen und Notendhalteinrichtungen bei Arbeitsbeginn überprüfen (Abb. 139)

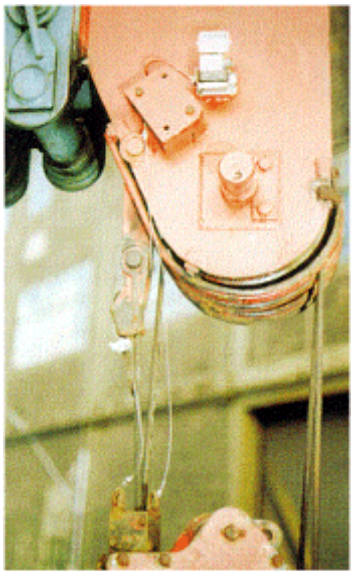


Abb. 139: Funktionsprüfung des Hubendschalters

4. die Funktionsbereitschaft der Lastmomentbegrenzungseinrichtung kontrollieren, soweit die Möglichkeit durch vorhandene Prüfeinrichtung gegeben ist.

Mängel am Kran und Einstellung des Kranbetriebes

Schäden am Kran können die sichere Ausführung der Kranarbeiten in Frage stellen. **Der Kranführer hat daher den Zustand des Kranes auf augenfällige Mängel hin zu beobachten.** Der Kranführer hat alle Mängel am Kran dem zuständigen Aufsichtführenden, bei Kranführerwechsel auch seinem Ablöser, mitzuteilen. Bei **ortsveränderlichen Kranen, die an ihrem jeweiligen Standort auf- und abgebaut werden**, hat er Mängel außerdem in ein **Krankontrollbuch** einzutragen.

Bei Mängeln, die die Betriebssicherheit gefährden, hat der Kranführer den Kranbetrieb sofort einzustellen, z.B.

– beim Durchrutschen der Last infolge Versagens der Bremse
– bei Funktionsfehlern der Steuerung
– bei Versagen der Notendhalteinrichtungen oder Lastmomentbegrenzungseinrichtung
– bei ablegereifen Kranseilen
– beim Abfallen eines Seiles von Trommeln, Rollen und bei der Bildung von Knoten oder Schlingen

  und

– bei Beschädigungen (Anrisse, Brüche) tragender Teile der Krankonstruktion, wie Ausleger (Abb. 140) und Abstützungen

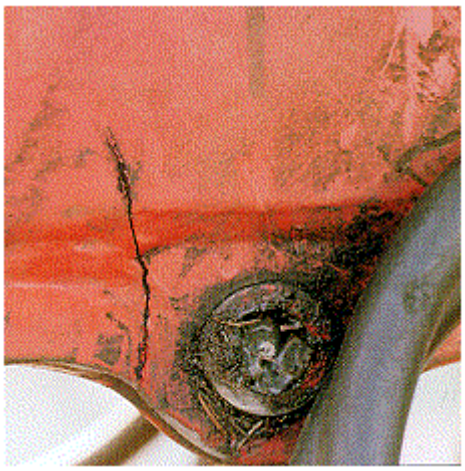


Abb. 140: Riß im Grundausleger

Krankontrollbuch

Datum	Eintragungen des Kranführers	Name des Kranführers	Kenntnis genommen		Erledigt am	
			Datum	Name	Datum	Name
02.05.94	in Ordnung (i.O.)	Schmidt				
03.05.94	"	Schmidt				
04.05.94	"	Schmidt				
05.05.94	Einstiegs-Leiter verbogen,	Schmidt				
	Verriegelungsbolzen Stützteller					
	fehlen		6.5.	Müller	7.5.	Krauss
06.05.94	i.O.	Schmidt				

Höchstzulässige Belastung

Die Lastmomentbegrenzung stellt die letzte Sicherheit im Kranbetrieb dar. Der Kranführer muß daher **vor Beginn der Kranarbeit** anhand der Tragfähigkeitstabelle feststellen, ob er mit dem Kran die von ihm geforderte Kranarbeit überhaupt durchführen kann. **Der Kran darf nicht über die in der Tragfähigkeitstabelle angegebene höchstzulässige Belastung hinaus belastet werden** (Abb. 141).

Abb. 141: Abriß des Oberwagens als Folge von Überlastung

Zur Ausrüstung gleisloser Fahrzeugkrane gehören häufig mehrere Unterflaschen und ein Hakengeschirr, die unterschiedliche Eigengewichte besitzen. Abweichend von DIN 15003 "Lastaufnahmeeinrichtungen; Lasten und Kräfte", ist daher bei gleislosen Fahrzeugkranen in den Angaben über die höchstzulässigen Belastungen **meist** das Gewicht von Unterflaschen, des Hakengeschirrs und der Lastaufnahmemittel (z.B. Traverse, Betonkübel) und Anschlagmittel (z.B. Anschlagseil, Anschlagkette) enthalten. Entsprechende Hinweise enthalten die Tragfähigkeitstabellen und die Betriebsanleitung des Kranherstellers. Der Kranführer muß dann bei der Bestimmung der zulässigen Nutzlast des Kranes das Gewicht der Unterflasche oder des Hakengeschirrs, der Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel von den Werten in der Tragfähigkeitstabelle abziehen (Abb. 142).

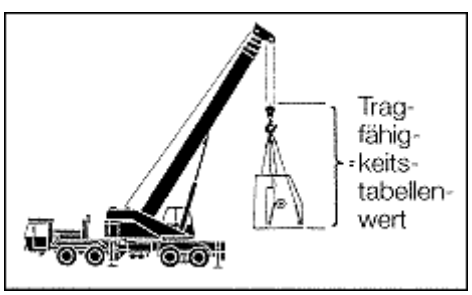


Abb. 142: Tragfähigkeitstabellenwert und zulässige Nutzlast

Dazu ein Beispiel:

Höchstzulässige Belastung des Kranes nach der Tragfähigkeitstabelle	:	25 600 kg
Gewicht der Kran-unterflasche	:	500 kg
Gewicht einer ver-wendeten Traverse	:	700 kg
Gewicht der verwendeten Anschlagseile	:	56 kg

Rechengang:

Tragfähigkeits-tabellenwert		=	25 600 kg
abzüglich	Unterflasche	–	500 kg
	Traverse	–	700 kg
	Anschlagseile	–	56 kg
ergibt zulässige Nutzlast		=	24 344 kg

Tabelle 7: Ermitteln der höchstzulässigen Belastung

Entweder	Oder
	Tragfähigkeitstabellenwert
Unterflasche	– Unterflasche
+ Anschlagseil	– Anschlagseil
+ Lastaufnahmemittel	– Lastaufnahmemittel
+ Last	
= Tragfähigkeitstabellenwert	= zulässige Nutzlast

Die zulässige Nutzlast des Kranes ist also geringer, als die Tragfähigkeitstabellenwerte angeben (Tabelle 7).

In diesem Zusammenhang ist die Angabe des Eigengewichtes auf Lastaufnahmemitteln, Unterflaschen und Hakengeschirr durch den Hersteller zwingend erforderlich.

Die zulässige Nutzlast des Kranes kann sich gegenüber dem angegebenen Tragfähigkeitstabellenwert zusätzlich verringern, wenn Spitzenausleger betriebsmäßig am Kran mitgeführt, aber nicht benutzt werden (Abb. 143). Dies trifft auch zu, wenn diese betriebsmäßig aufgerüstet sind, aber die Last mit dem Hubwerk des Hauptauslegers gehoben wird. Entsprechende Hinweise enthält die Betriebsanleitung des Kranherstellers.

Abb. 143: Das Spitzenauslegergewicht verringert die zulässige Nutzlast

Bei der Ermittlung der jeweils höchstzulässigen Belastung ist darauf zu achten, daß bei gleislosen Fahrzeugkranen **die Ausladung** nicht von der Kranaußenkante, sondern **immer ab Mitte Drehverbindung/Drehsäule gemessen wird** (Abb. 144).

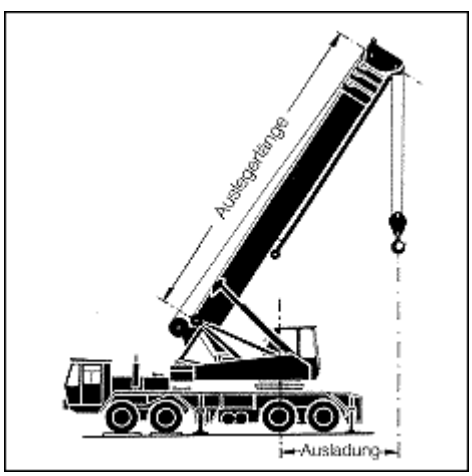


Abb. 144: Messen der Ausladung

Kommen dem Kranführer Zweifel über die Richtigkeit des angegebenen Gewichtes der zu hebenden Last, kann u. U. eine überschlägige Gewichtsermittlung helfen, sofern die Form der Last dies zuläßt. Dazu ist es notwendig, das Volumen der Last in m^3 und deren Dichte in t/m^3 zu kennen.

Gewicht = Volumen x Dichte

Sonst hilft nur die Rückfrage beim Verantwortlichen, der verbindliche Auskünfte über das tatsächliche Gewicht der zu hebenden Last geben muß.

Wurde beim Versuch, eine Last anzuheben, das Hubwerk durch das Ansprechen des Lastmomentbegrenzers abgeschaltet, stellt das Anheben der Last mit dem Auslegereinziehwerk eine unzulässige Betriebsweise dar und darf nicht durchgeführt werden.

Demontagearbeiten

Schwierig ist die **Bestimmung des Lastgewichtes bei Demontagearbeiten**. Stellt sich bei einer am Kran angeschlagenen Last nach ihrem Abtrennen aus dem bisherigen Verbund heraus, daß diese zu schwer ist, wird der Kran – trotz schaltender Lastmomentbegrenzung – unweigerlich zerstört oder stürzt um.

Bei der Demontage von Rohrleitungen, Zementsilos und sonstigen Hohlkörpern, ist das Gewicht möglicher Rückstände zu berücksichtigen (Abb. 145, 146). Es sind Fälle bekannt, in denen z.B. Gichtgasleitungen in Hüttenwerken zu etwa zwei Drittel mit Rückständen. gefüllt waren.

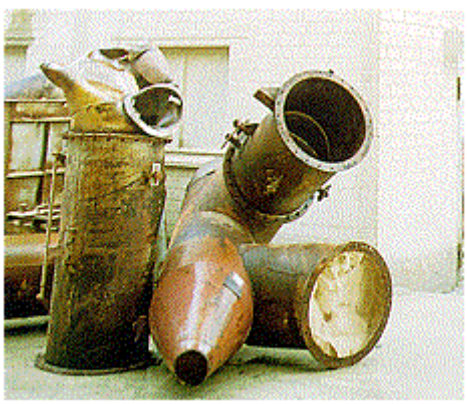


Abb. 145, 146: Rückstände erhöhen das Gewicht von Lasten

Bei der Festlegung der Größe der zu demontierenden Bauteile nie die Lasttabellenwerte des Kranes voll ausnutzen, sondern einen ausreichenden Sicherheitsspielraum vorsehen.

Verantwortlich ist hier in besonderem Maße das Demontageunternehmen, das den Abbruch durchführt.

Ausnahmelasten

In Fällen, in denen die zu hebende Last die Angaben in den Tragfähigkeitstabellen überschreitet, wird häufig vom Kranverleiher beim Kranhersteller nachgefragt, ob der Kran diese Lasten trotzdem heben kann. Bei positiver Auskunft werden solche Lasten gehoben, indem die Lastmomentbegrenzung abgeschaltet wird. **Diese Vorgehensweise ist unzulässig.** Ausnahmelasten dürfen nur dann gehoben werden, wenn sie

– vom Kransachverständigen geprüft und bestätigt wurden (wesentliche Änderung durch Heraufsetzung der Tragfähigkeit)

  und

– die Lastmomentbegrenzung ein Programm erhält, durch welches die Ausnahmelast abgesichert wird.

In allen anderen Fällen darf eine Ausnahmelast nur gehoben werden, wenn eine schriftliche Ausnahmegenehmigung der zuständigen Berufsgenossenschaft vorliegt.

Heben und Bewegen von Lasten

Häufig ereignen sich Unfälle dadurch, daß Lasten, die noch nicht vollständig am Kran angeschlagen (angehängt) sind oder bei denen Hilfskräfte ihre Hände noch zwischen Anschlagmittel und Last haben, vom Kranführer eigenmächtig oder weil ein Unbefugter das Kommando dazu gab, angehoben werden.

Von Hand angeschlagene Lasten dürfen daher vom Kranführer erst auf das Zeichen des Anschlägers, des Winkerpostens oder eines anderen, vom Unternehmer bestimmten Verantwortlichen bewegt werden (Abb. 147).

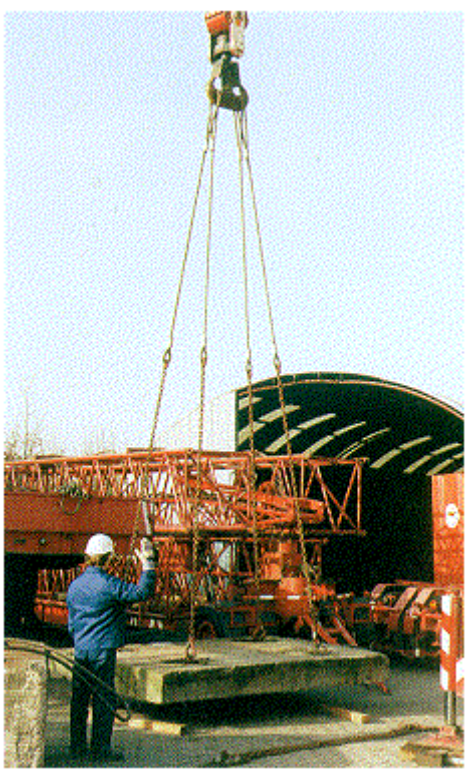


Abb. 147: Handzeichen des Anschlägers

Müssen zur Verständigung Handzeichen benutzt werden, sind sie **vor ihrer Anwendung** zwischen dem Kranführer und dem Verantwortlichen zu vereinbaren. Handzeichen sind in DIN 33409 "Sicherheitsgerechte Arbeitsorganisationen; Handzeichen zum Einweisen" genormt (Tabelle 8). Siehe hierzu auch UVV "Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz" (VBG 125) z.Zt. Entwurf. Werden zur Verständigung mit dem Kranführer drahtlose Funksprechgeräte verwendet, empfiehlt sich die Anwendung eines auf den Kran bezogenen **Kennwortes**. Bei Überschneidung mit anderen Sendern kann so einer Fehlinformation des Kranführers begegnet werden. Darum:

> **Wird eine Last von mehreren Personen angeschlagen, darf nur eine Person die Zeichen geben. Diese muß dem Kranführer bekanntgegeben werden.**

Tabelle 8

Handzeichen zum Einweisen
nach DIN 33409 (Auszug)

Benennung	Bedeutung	Erklärung	Bild	vereinfachte Darstellung
Orts-bestimmung	Markierung eines Zielpunktes für eine Bewegung	Mit beiden Händen auf einen Zielpunkt zeigen Anmerkung: Im Bedarfsfall kann das Zeichen auch einarmig gegeben werden		
Auf	Einleiten einer senkrechten Aufwärtsbewegung	Mit nach oben zeigender Hand mit dem Arm Kreisbewegungen ausführen		
Ab	Einleiten einer senkrechten Abwärtsbewegung	Mit nach unten zeigen der Hand mit dem Arm Kreisbewegungen ausführen		
Langsam auf	Einleiten einer langsamen Aufwärtsbewegung	Unterarm waagerecht mit nach oben gekehrter Handfläche leicht auf- und abbewegen		
Langsam ab	Einleiten einer langsamen Abwärtsbewegung	Unterarm waagerecht mit nach unten gekehrter Handfläche leicht auf- und abbewegen		
Herkommen	Einleiten einer Bewegung in Richtung des Einweisers	Mit beiden Armen mit zum Körper gerichteten Handflächen heranwinken Anmerkung: Im Bedarfsfall kann das Zeichen auch einarmig gegeben werden		

Beim Einweisen ist es wichtig, daß der Einweiser die Zeichen so gibt, wie sie aus **Sicht des Kranführers** richtig sind. Steht er mit Blickrichtung zum Kranführer – spiegelverkehrt zu diesem – sind Irrtümer möglich.

Schwebende Lasten bedeuten stets Gefahr. Darum soll der Kranführer Lasten nicht über Personen hinwegführen. Bei Verwendung von Lastaufnahmeeinrichtungen, die die Last durch Magnet-, Reib- oder Saugkräfte ohne zusätzliche Sicherung halten, **darf er die Last nicht über Personen hinwegführen**.

Bei allen Kranbewegungen hat der Kranführer vor allem die Last zu beobachten, bei Leerfahrt die Unterflasche oder die Lastaufnahmemittel. **Kann der Kranführer die Last oder bei Leerfahrt das Lastaufnahmemittel nicht beobachten, darf er den Kran nur auf Zeichen eines Einweisers steuern.** Darum Lasten nie **"blind"** bewegen, sondern durch den Einsatz eines Einweisers – ggf. unter Verwendung von Funksprechgeräten – für eine eindeutige Verständigung mit dem Kranführer sorgen.

Verzichtet der Krankunde auf Anschläger und Einweiser des Kranverleihers, weil er sie durch eigenes Personal ersetzten will, kommt ihm besondere Verantwortung bezüglich der Ausbildung und Eignung der genannten Personen zu. **Für die richtige Auswahl der Anschlagmittel und das richtige Anschlagen ist** nämlich nicht der Kranführer, sondern **der Anschläger verantwortlich**. Mit dem selbständigen Anwenden von Lastaufnahmeeinrichtungen darf der Unternehmer nur Anschläger beauftragen, die mit diesen Aufgaben vertraut sind. Nur dann, wenn der Kranführer erkennt, daß Lasten unsachgemäß angeschlagen sind, darf er sie nicht heben.

Werden Lasten über Bereiche geschwenkt, in denen sich Personen aufhalten (z.B. über Waggons, Fahrzeuge, Laderäume von Schiffen), muß der Kranführer die Last vor dem Schwenken so hoch heben, daß Personen beim Schwenken nicht gefährdet werden.

Bei Bedarf hat der Kranführer Warnzeichen zu geben. Erkennt er, daß sich im Gefahrbereich des Kranes oder der Last Personen aufhalten, muß er diese mit der Warneinrichtung des Kranes warnen. Dabei hat er den Erfolg der Warnung abzuwarten. Ebenso empfiehlt es sich, nach Arbeitspausen vor der erneuten Ausführung von Kranbewegungen, die Warneinrichtung zu betätigen.

Um Verwechselungen zu vermeiden, **darf der Kranführer Steuereinrichtungen nur von Steuerständen aus betätigen**.

Für den Fall, daß Störungen im Arbeitsablauf oder am Kran auftreten, muß der Kranführer jederzeit in der Lage sein, korrigierend einzugreifen. **Solange eine Last am Kran hängt, darf er den Kran nicht verlassen, sondern muß die Steuereinrichtungen im Handbereich behalten. Dies gilt nicht für das Abschleppen von Fahrzeugen mit Abschleppkranen.** Will der Kranführer den Kran verlassen, muß er daher vorher die Last absetzen. Ausgenommen ist das Abschleppen von Fahrzeugen mit Abschleppkranen während des eigentlichen Abschleppvorganges. Aufgrund der Bestimmungen der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) ist das abzuschleppende Fahrzeug so zu sichern, daß andere Verkehrsteilnehmer nicht gefährdet werden.

Schrägzug

Gleislose Fahrzeugkrane sind ausschließlich dafür gebaut, Lasten senkrecht anzuheben. Bei Schrägzügen, gleichgültig ob diese in Auslegerrichtung oder quer dazu ausgeführt werden, treten außer den senkrecht angreifenden Kräften aus der Last zusätzliche Horizontalkräfte auf. Da diese Kräfte über das Hubseil auf die Auslegerspitze übertragen werden, wirken sie über einen Hebelarm, der der Höhe der Auslegerkopfrolle entspricht. Sie können den Kran zerstören oder zum Umstürzen bringen (Abb. 148).

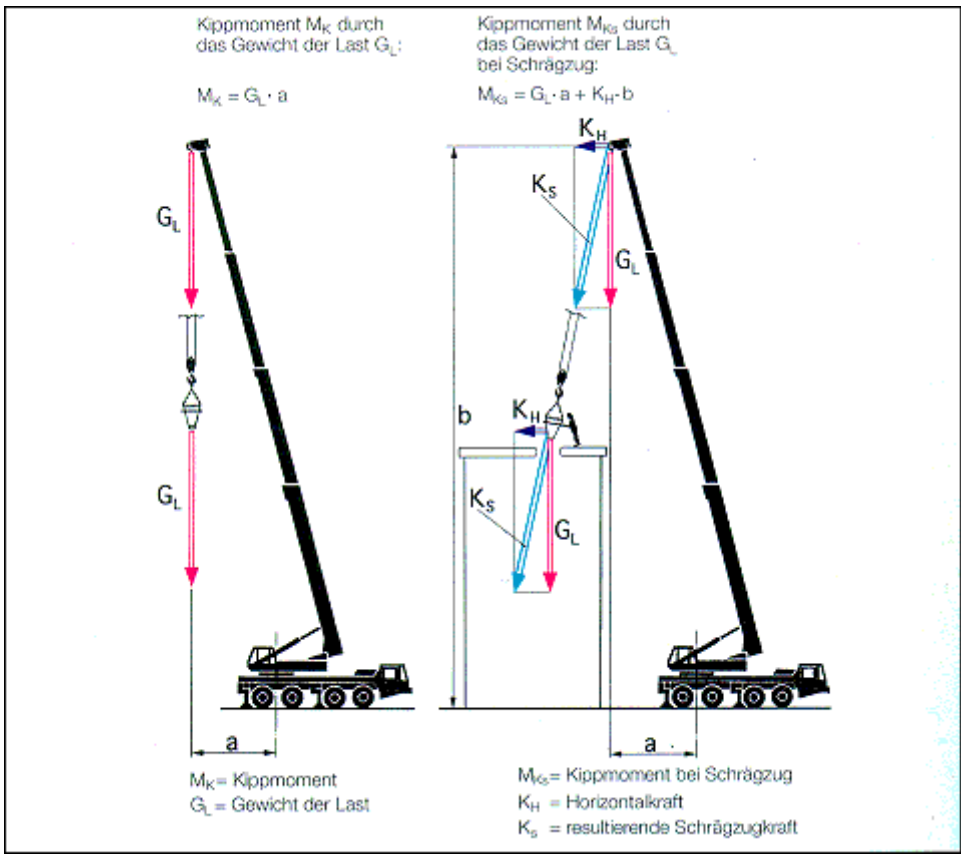

Kippmoment M_K durch das Gewicht der Last G_L:
$M_K = G_L \cdot a$
Kippmoment M_{Ks} durch das Gewicht der Last G_L bei Schrägzug:
$M_{Ks} = G_L \cdot a + K_H \cdot b$
K_H
K_S
G_L
b
a
M_K = Kippmoment
G_L = Gewicht der Last
M_{Ks} = Kippmoment bei Schrägzug
K_H = Horizontalkraft
K_s = resultierende Schrägzugkraft

Abb. 148: Auswirkung von Schrägzug

Als Schrägzug gilt eine Ablenkung des Hubseiles aus der Senkrechten um mehr als 4°.

Bei Schrägzug "quer zum Ausleger" besteht die besondere Gefährdung darin, daß

– Gittermastausleger durch die Auslegerhalteseile (Nackenseile) nur in Auslegerlängsrichtung und nicht zu Seite abgefangen sind

  und

– Teleskopausleger, bedingt durch einen Auslegerquerschnitt, der einem Rechteck im Hochformat entspricht, zur Seite ein geringeres Widerstandsmoment haben.

Der Kranführer darf daher Lasten nicht schrägziehen oder schleifen
und
Fahrzeuge nicht mit Hilfe der Last oder der Lastaufnahmeeinrichtung bewegen.

Abb. 149: Schrägzug bei einer Bergung

Bei Bergungsarbeiten ist in besonderem Maße die Gefahr des Schrägzuges gegeben (Abb. 149). Dieser Gefahr kann begegnet werden, indem z.B. ein zu bergendes Fahrzeug mit dem Kran nur teilweise geringfügig angehoben und dann mit einer Bergewinde gezogen wird (Abb. 150). Ein hierbei auftretender unumgänglicher Schrägzug ist erlaubt, wenn der Kran für die bei diesen Arbeiten auftretenden Kräfte bemessen ist.

Abb. 150: Bergung mit Kran und Bergewinde

Losreißen festsitzender Lasten

Beim Versuch, festsitzende Lasten anzuheben, können Kräfte auftreten, die ihrer Größe nach unbekannt sind. Löst sich plötzlich die Last, wirken zusätzlich starke Bewegungskräfte auf den Kran ein, die ihn zerstören oder umstürzen können.

> **Darum darf der Kranführer mit gleislosen Fahrzeugkranen festsitzende Lasten nicht losreißen.**

Lasten aus dem Wasser heben

Im Wasser liegende Lasten sind für den Kran **leichter** als in der Luft. Dies bewirkt die durch das Lastvolumen verdrängte Wassermenge. Dieser "Auftrieb" fällt weg, wenn die Last das Wasser verläßt. **Die Last wird schwerer.** Bei einer dadurch bedingten Überlastung des Kranes würde zwar die Lastmomentbegrenzung schalten. Gefahr besteht aber für die Anschlagmittel, wenn diese nicht für das tatsächliche Lastgewicht bemessen wurden.

Windeinwirkung

Die zulässigen Belastungen für Fahrzeugkrane gelten unter der Voraussetzung, daß beim Einsatz "normale Bedingungen" herrschen. **Windeinwirkung** kann trotz funktionierender Lastmomentbegrenzung zum Bruch oder Umsturz des Kranes führen. Auf Kran und Last einwirkender Wind hat zusätzliche Belastungen durch Druck- und Sogkräfte zur Folge (Abb. 151). In der Beaufortskala ist der Wind in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit in Windstärken (Beaufortgrade) eingeteilt (siehe Anhang). Dabei ist jeder Windstärke ein bestimmter Staudruckbereich, mit dem der Wind gegen eine Fläche (z.B. Ausleger, Last) drückt, zugeordnet.

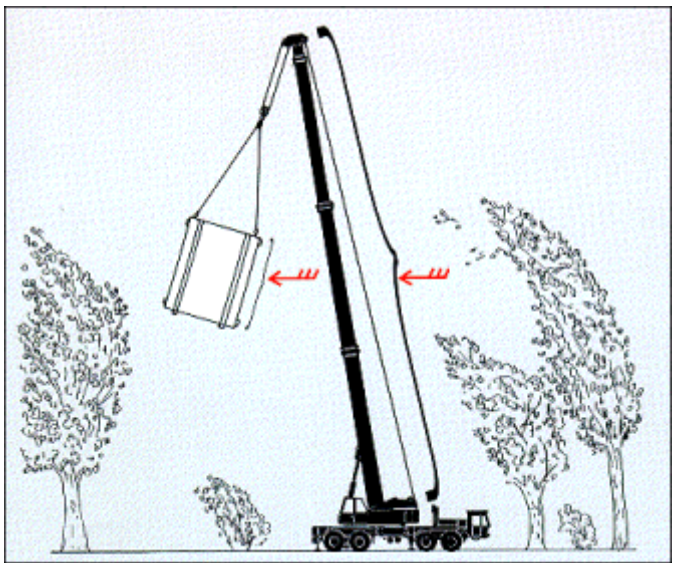


Abb. 151: Einwirkung des Windes auf Kran und Last

Die Normen

– DIN 15018 Teil 3 "Krane; Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung von Fahrzeugkranen"
  sowie
– DIN 15019 Teil 2 "Krane, Standsicherheit für gleislose Fahrzeugkrane"

sehen vor, daß der Konstrukteur bei der Berechnung des Kranes Windlasten berücksichtigt. In der Betriebsanleitung und der Lasttabelle muß daher angegeben sein, bis zu welcher Windgeschwindigkeit bzw. bis zu welchem Staudruck der Kran standsicher betrieben werden kann (Abb. 152). Einschränkungen für den Einsatz bei Wind sind einzuhalten; in diesem Beispiel darf der Kran bis Windstärke 9 aufgerüstet stehen bleiben; Kranbetrieb ist aber nur bis Windstärke 5 zulässig. Werden diese Werte überschritten, ist ab Windstärke 6 der Kranbetrieb einzustellen und ab Windstärke 9 der Ausleger abzulegen.

Da dem Krankonstrukteur Größe und Form möglicher Krannutzlasten nicht bekannt sind, hat er bei seinen Berechnungen eine Windfläche von 1,2 m^2 je t Nutzlast, mindestens aber 2 m^2 zu berücksichtigen.

Berücksichtige Windstärke: 9
Staudruck 25 daN/m^2
Windgeschwindigkeit 20 m/s

Kranbetrieb zulässig bis Windstärke 5
Staudruck 5 daN/m^2
Windgeschwindigkeit 9 m/s

Abb. 152: Beispiel einer Betriebseinschränkung bei Windeinwirkung

Überschreiten die tatsächlichen Flächen der Nutzlast die angegebenen Normwerte, muß bei entsprechender Windeinwirkung entweder

– die Nutzlast reduziert werden

  oder

– der Kranbetrieb schon bei geringeren Windstärken eingestellt werden.

Kurzfristige Anfragen bei den örtlichen Wetterämtern können notwendig und hilfreich sein. Bei Kranen mit längeren Auslegern ist die Verwendung eines Windmessers (Anemometer) angezeigt (Abb. 153).

Abb. 153: Windmesser montiert auf der Auslegerspitze

Bei manchen Kranen kann dieser in die Anzeigeinstrumente der Lastmomentbegrenzung einbezogen sein (Abb. 154), so daß der Kranführer eine Warnung erhält, wenn eingestellte Grenzwerte Überschritten werden.

Abb. 154: Windstärke- und Windrichtungsanzeige

Verfahren von Lasten

Das Verfahren von Lasten mit Fahrzeugkranen (Fahren des Kranes mit angehobener Kranlast) stellt eine Betriebsweise dar, die besondere Sorgfalt erfordert (Abb. 155).

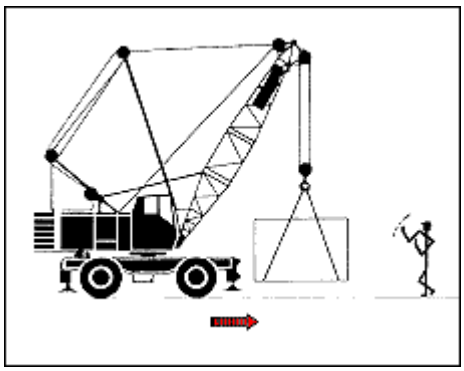


Abb. 155: "Verfahren" von Lasten

Durch das Einfedern der Reifen unter Last und durch dynamische Einwirkungen können besondere Gefahren auftreten. **Nicht mit jedem Fahrzeugkran dürfen Lasten verfahren werden.**

Tragfähigkeitsangaben, die in der Lasttabelle (Tragfähigkeitstabelle) unter der Bezeichnung **"freitragend"** oder **"ohne Stützen"** oder unter dem Symbol

aufgeführt sind, besagen nicht, daß diese Lasten mit dem Kran auch verfahren werden dürfen.

Der Betriebsanleitung des Herstellers ist zu entnehmen, ob und unter welchen Bedingungen Lasten mit dem Kran verfahren werden dürfen. Beim Verfahren von Lasten müssen im allgemeinen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

– Die Fahrstrecke muß tragfähig und eben sein.
– Die Federung der Achsen ist zu blockieren.
– Die Reifen müssen den vorgeschriebenen Luftdruck haben.
– Der Kranoberwagen ist in oder entgegen der Fahrtrichtung zu drehen und mit dem Unterwagen zu verriegeln.
– Die Last ist möglichst tief abzusenken und gegen Pendeln zu sichern.
– Vorhandene Stützen sollten – wenn möglich – ausgefahren und Stützteller bis dicht über den Boden abgesenkt werden.
– Der Kran ist mit geringster Geschwindigkeit zu verfahren.

Zusammenarbeit mehrerer Krane (Tandemlifting)

Abb. 156: "Tandemlifting"

Soll **eine Last von zwei oder mehr Kranen gemeinsam gehoben werden (Tandemlifting)** (Abb. 156), ergeben sich besondere Risiken, die zu Unfällen führen können. Versagt einer der Krane, sind die übrigen mitgefährdet (Abb. 157). Die UVV "Krane" bestimmt darum:

> **"Wird eine Last gemeinsam von mehreren Kranen gehoben, ist der Arbeitsablauf vorher vom Unternehmer festzulegen und von einem Aufsichtsführenden zu überwachen."**

Abb. 157: Unfall beim Tandemlifting

Darum sind diese Kranarbeiten besonders sorgfältig zu planen und der Arbeitsablauf ist vor der Ausführung genau in einer Betriebsanweisung (§ 34 UVV "Krane") festzulegen. Dabei sind zu bedenken:

– Aufstellungsort der Krane
– Anschlagpunkte für die Krane
– Lastverteilung auf die Krane (Auslastung)
– Bewegungsabläufe und Schwenkbereiche
– einwandfreie Verständigung zwischen dem Aufsichtführenden, den Einweisenden und den Kranführern.

Bei der Festlegung der für den Einsatzfall zulässigen Belastung für die einzelnen Krane ist eine ausreichende Sicherheitsreserve vorzusehen. **Nie die in der Lasttabelle angegebenen Werte voll ausnutzen.** Schaltet nämlich die Lastmomentbegrenzung eines Kranes ab und zieht der zweite Kran weiter, kann es zur Überlastung und zum Zusammenbruch oder Umsturz beider Krane kommen. Die Dienstanweisung eines Bergbauunternehmens sieht für solche Fälle vor, daß bei Tandemlifting nur 80 % der Lasttabellenwerte ausgenutzt werden. Besonders hilfreich sind bei den genannten Arbeiten Lastmomentbegrenzer mit Belastungsanzeiger, die dem Kranführer ständig die Auslastung seines Kranes anzeigt.

Um eine eindeutige Lastverteilung auf die beteiligten Krane sicherzustellen, kann der Einsatz von Traversen notwendig werden (Abb. 158).

Abb. 158: Lastverteilung durch den Einsatz einer Traverse

Arbeiten in der Nähe elektrischer Freileitungen und Sender

Arbeiten in der Nähe von Freileitungen

Beim Betrieb gleisloser Fahrzeugkrane in der Nähe elektrischer Freileitungen kommt es immer wieder zu folgenschweren Unfällen. Die Gefahr wird oft verkannt oder unterschätzt. Der elektrotechnische Laie kann den Leitungen nicht ansehen, ob und welche Spannungen sie führen. Nachfolgend einige charakteristische Freileitungs-Nennspannungen:

Freileitungen 380 bis 380 000 V

Bundesbahn-Fahrleitungen 15 000 V

Straßenbahn-Fahrleitungen 500 V

Ob es sich um eine Leitung von 220/380 V oder um eine Leitung mit 380 000 V handelt, direktes Berühren mit dem Ausleger oder dem Hubseil ist immer gefährlich. **Bei Hochspannungsleitungen über 1000 V kann es aber schon bei Annäherung zu einem Stromübertritt kommen.**

Müssen Fahrzeugkrane in der Nähe aktiver Teile elektrischer Anlagen oder Freileitungen eingesetzt werden (Abb. 159), sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen vom Unternehmer – hier: Kranbetreiber – festzulegen und durchzuführen. Grundsätzlich soll der Betreiber der elektrischen Anlage bzw. Freileitung bekannt und informiert sein. Bei Nennspannungen über 1000 V ist auch das zuständige Energieversorgungsunternehmen (EVU) zu informieren.

Abb. 159: Einsatz eines Arbeitskorbes bei Freileitungsarbeiten

Das Verhalten bei Arbeiten in gefahrdrohender Nähe von unter Spannung stehenden Teilen elektrischer Anlagen ist in der UVV "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (VBG 4) und den einschlägigen VDE-Bestimmungen geregelt. Danach ist bei derartigen Arbeiten entweder

– die Anlage (Leitung) freizuschalten (gegen Wiedereinschalten sichern, erden und spannungsfreien Zustand feststellen)
– der Gefahrbereich abzudecken bzw. abzuschranken.

Beide Maßnahmen dürfen nur von **Elektrofachleuten** durchgeführt werden.

Können die vorgenannten Maßnahmen nicht durchgeführt werden, ist ein ausreichjender Sicherheitsabstand zu den aktiven Teilen oder der Freileitung einzuhalten. Die Größe des Sicherheitsabstandes ist in den einschlägigen Regeln der Technik festgelegt:

– für Starkstromanlagen und deren Freileitungen in DIN VDE 0105 Teil 3 (Tabelle 9)

Tabelle 9

Nennspannung (Volt)		Sicherheitsabstand (Meter)
bis 1000 V		1,0 m
über 1 kV	bis 110 kV	3,0 m
über 110 kV	bis 220 kV	4,0 m
über 220 kV	bis 380 kV	5,0 m
Bei unbekannter Netzspannung ist ein Sicherheitsabstand von mindestens 5 m einzuhalten!		

– für Freileitungen elektrischer Bahnen in VDE 0115 (Tabelle 10)

Tabelle 10

Nennspannung(Volt)	Sicherheitsabstand (Meter)
bis 1000V Wechselstrom bis 1500 V Gleichstrom	1,00 m
über 1000 V Wechselstrom über 1500V Gleichstrom	1,50 m

Für Starkstromanlagen im Bergbau Übertage und in tagebauähnlichen Betrieben gelten die Bestimmungen der VDE 0168.

Die Sicherheitsabstände müssen bei ungünstigster Kran- oder Laststellung noch vorhanden sein. Mögliches Pendeln der Last oder Ausschwingen der Freileitung durch Windeinwirkung sind zu berücksichtigen. Durch zusätzliche Betriebsendschalter kann sichergestellt werden, daß notwendige Einschränkungen des Dreh- oder Bewegungsbereiches von Kranoberwagen und Kranausleger eingehalten werden.

Ist es trotz aller Vorsicht zu einer Berührung der Freileitung oder zu einem Stromübertritt gekommen, **soll der Kranführer den Führerstand nicht verlassen**. Verläßt er den Kran oder nähert sich eine andere Person dem Kran und berührt diesen, so wird dadurch eine leitende Verbindung zwischen dem unter Spannung stehenden Kran oder der Last und dem Erdboden hergestellt. Der Betroffene erhält einen Stromschlag.

Auch der Boden rund um den Kran steht unter Spannung. Diese nimmt mit größer werdendem Abstand vom Kran ab (Spannungstrichter). Damit ist jeder Schritt auf den Kran zu oder vom Kran weg unter Umständen gefährlich (Schrittspannung).

Darum bei Berührung einer Freileitung oder Stromübertritt beachten:

Was tun, wenn...
Gerät aus dem Gefahrenbereich bringen:
herausfahren, herausschwenken, Ausleger verstellen!
Ist dies nicht möglich:
Führerstand nicht verlassen!
Außenstehende auffordern, Abstand zu halten!
Veranlassen, den Strom abzuschalten!

Arbeiten in der Nähe von Sendern

Werden gleislose Fahrzeugkrane in der Nähe von Sendeanlagen (z.B. Rundfunksendern) eingesetzt, kann es zu gefährlichen elektrischen Aufladungen von Last und Kran kommen. Personen, die die aufgeladenen Teile zur "Erde" hin überbrücken, werden bei der Berührung heftig und schmerzhaft elektrisiert.

Deshalb:

> **Bei Arbeiten in der Nähe von Sendern gleislose Fahrzeugkrane erden.**

Zur Schonung der Kugeldrehverbindung sollte das Erdungskabel direkt am Kranoberwagen oder am Ausleger befestigt werden.

Elektronische Lastmomentbegrenzer können vom Sender beeinflußt werden. Es kann zu Fehlanzeigen und Fehlschaltungen kommen.

Personenbeförderung

Krane sind im allgemeinen nicht zum Befördern von Personen (Abb. 160), sondern zum Heben von Lasten bestimmt.

> **Deshalb muß der Kranführer das Befördern mit der Last der Lastaufnahmeeinrichtung ablehnen.**

Abb 160: Unzulässige Personenbeförderung

Dies gilt auch für das Betreten angehobener Lasten oder Lastplattformen durch Personen. Nur wenn der Gefährdung der zu befördernden Personen auf andere Weise vorgebeugt wird, **kann die Berufsgenossenschaft** nach **schriftlicher Mitteilung des Unternehmers** der Personenbeförderung zustimmen (nachzulesen in § 36 UVV "Krane").

Die Bedingungen, unter denen Personen mittels Personenaufnahmemittel durch Krane oder andere Hebezeuge befördert werden dürfen, sind in den **"Sicherheitsregeln für hochziehbare Personenaufnahmemittel" (ZH 1/461)** detailliert beschrieben.

Abb 161: Zulässige Personenbeförderung im Arbeitskorb

Als Personenaufnahmemittel können z.B. eingesetzt werden:

- **Personenförderkörbe**
- **Arbeitskörbe** (Abb. 161)
- **Arbeitsbühnen**
- **Arbeitssitze (Bootsmannstuhl)**

Diese müssen dem Verwendungszweck entsprechend gefertigt sein (Abb. 162).

Abb 162: Kennzeichnung eines Personenaufnahmemittels

Außerdem müssen sie folgende Prüfungen bestanden haben:

1. **Vor der ersten Inbetriebnahme** (und nach wesentlichen Änderungen z.B. Instandsetzung tragender Teile)
   - Bauartprüfung

     oder
   - Prüfung durch einen Sachverständigen
2. **Vor der ersten Inbetriebnahme am Aufstellungsort** eine Probefahrt mit der Nutzlast in Gegenwart des Aufsichtführenden
3. **Jährlich mindestens einmal** in allen Teilen Prüfung auf Betriebssicherheit durch einen Sachkundigen
4. **Während der Benutzung täglich Sichtprüfung** durch den Kranführer gemeinsam mit dem Aufsichtführenden.

Über die Ergebnisse der Prüfungen nach 1 und 3 ist ein schriftlicher Prüfnachweis zu führen.

Es empfiehlt sich, nur solche Personenaufnahmemittel zu beschaffen, für die eine Prüfbescheinigung nach § 3 Abs. 4 **Gerätesicherheitsgesetz** von einer anerkannten Prüfstelle vorliegt.

Anforderungen an den Fahrzeugkran

Der zur Personenbeförderung eingesetzte Fahrzeugkran muß selbstverständlich den einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften und Regeln der Sicherheitstechnik entsprechen, darüber hinaus den baulichen Anforderungen nach Abschnitt 4 der "Sicherheitsregeln für hochziehbare Personenaufnahmemittel". Die vorgeschriebenen Kranprüfungen müssen durchgeführt und festgestellte Mängel beseitigt worden sein. Das Prüfergebnis und die Abstellung der Mängel müssen im Kranprüfbuch bescheinigt sein.

Krane, deren Hubwerk oder Auslegereinziehwerk keine Selbsthemmung oder keine selbsttätig wirkende Bremse haben, dürfen zur Personenbeförderung nicht eingesetzt werden. Dies gilt auch für Kranhubwerke, deren Getriebe über eine Leerlaufstellung verfügen oder bei denen die Last im freien Fall abgelassen werden kann. Der Kran muß so eingerichtet sein (Notablaß), daß bei Ausfall der Energie oder der Steuerung das Personenaufnahmemittel in die Ausgangsstellung oder eine andere Position gebracht werden kann, die ein gefahrloses Verlassen ermöglicht. Dies macht im allgemeinen einen zusätzlichen Handantrieb oder ein entsprechendes Notaggregat erforderlich (Abb. 163).

Abb 163: Notaggregat als Ersatz bei Energieausfall

Mitteilung über Personenbeförderung

Derjenige, der Personen befördern will oder soll, hat dies der für ihn zuständigen Berufsgenossenschaft unter Angabe der dabei geplanten besonderen Sicherheitsmaßnahmen rechtzeitig schriftlich mitzuteilen. Dies beinhaltet auch eine Mitteilung an andere Berufsgenossenschaften, wenn deren Versicherte in die Personenbeförderung einbezogen werden. So bestimmt die UVV "Bauarbeiten" (VBG 37) in § 7 Abs. 6:

> **"Werden als Arbeitsplätze hochziebare Personenaufnahmemittel verwendet, ist deren Einsatz auf jeder Baustelle der Berufsgenossenschaft mindestens 14 Tage vor der Arbeitsaufnahmen anzuzeigen."**

Die Anzeigefrist von zwei Wochen kann in speziellen Einzelfällen, z.B. beim Einsatz zur Beseitigung von Sturmschäden, nicht immer eingehalten werden. Darum empfiehlt es sich, eine **grundsätzliche Zustimmung** der Berufsgenossenschaft zur Personenbeförderung einzuholen.

Betrieb von Personenaufnahmemitteln

Für den sicheren Betrieb von Personenaufnahmemitteln mit gleislosen Fahrzeugkranen sind neben den Bestimmung des Abschnittes "Betrieb" der UVV "Krane" (§§ 29 bis 43) die Bestimmungen des Abschnittes 5 der Sicherheitsregeln für hochziehbare Personenaufnahmemittel zu beachten. Danach hat der Unternehmer für die Arbeiten einen **Aufsichtführenden** zu stellen, der mit den Bestimmungen für den sicheren Betrieb von gleislosen Fahrzeugkranen und Personenaufnahmemittel vertraut ist. Der Kranführer oder die beförderten Personen können nicht gleichzeitig Aufsichtführender sein. Auch der Kranführer ist über die einzuhaltenden Sicherheitsmaßnahmen zu unterweisen.

In jedem Falle ist für eine eindeutige Verständigung zwischen dem Kranführer und den zu befördernden Personen zu sorgen, ggf. durch den Einsatz von Funksprechgeräten. Besteht die Gefahr daß Personenaufnahmemittel verhaken oder durch Aufsetzen kippen können, haben sich die Beförderten mit Sicherheitsgeschirren am Korb zu sichern.

Betreten von Containern und Plattformen

Container, Plattformen u.ä. Lastaufnahmeeinrichtungen, die mit Fahrzeugkranen angehoben und in diesem Zustand zum Be- oder Entladen von Personen betreten werden sollen, sind wie bei einer Personenbeförderung zu behandeln (Abb. 164). Einzelheiten sind bei der zuständigen Berufsgenossenschaft zu erfragen.

Abb 164: Aufenthalt auf angehobener Lastplattform

Elektroschweißarbeiten

Elektroschweißarbeiten dürfen von Arbeitskörben oder -bühnen aus nur durchgeführt werden, wenn

- das Personenaufnahmemittel isoliert aufgehängt ist,
- der maximale Kurzschlußstrom des Lichtbogenschweißgerätes die in den "Sicherheitsregeln für hochziehbare Personenaufnahmemittel" angegebenen Werte nicht überschreitet

  oder
- eine elektrisch leitende Verbindung mit ausreichend kleinem Widerstand zwischen Personenaufnahmemittel und Anschlußklemme "Werkstück" am Lichtbogenschweißgerät gesondert hergestellt ist.

Befördern von Personen auf Volksfesten o.ä.

Sollen Personen (Publikum) auf Volksfesten oder ähnlichen Veranstaltungen mit Fahrzeugkranen befördert werden (Abb. 165), ist die Zuständigkeit der Berufsgenossenschaft für deren Sicherheit im allgemeinen nicht gegeben. Diese Arbeitsweise stellt – wie der Betrieb eines Karussells oder einer Achterbahn – ein Fahrgeschäft im Sinne der Landesbauordnung für "fliegende Bauten" dar. Derartige Fahrgeschäfte sind genehmigungspflichtig. Es muß eine Ausführungsgenehmigung vom örtlich zuständigen Bauaufsichtsamt bzw. Amt für öffentliche Ordnung vorliegen. Eine Meldung an die zuständige Berufsgenossenschaft ist nur erforderlich, wenn im Personenaufnahmemittel auch Versicherte, z.B. zu Aufsichtszwecken, mitfahren.

Abb 165: Personenbeförderung beim Volksfest

Schutzkleidung

Das Tragen von Schutzkleidung zur Gefahrenabwehr kann immer nur ein Notbehelf sein. Das Ziel des Arbeitsschutzes ist darauf gerichtet, Gefahren möglichst an der Entstehungsstelle durch bauliche oder konstruktive Maßnahmen zu beseitigen. Wo dies nicht möglich ist, sind zur Gefahren-Abwehr oder -Minderung persönliche Körperschutzmittel zu tragen. Für den Einsatz gleisloser Fahrzeugkrane gilt dies, weil damit gerechnet werden muß, daß

– auf Baustellen Nägel aus Brettern hervorstehen (Abb. 166),
– Bauteile und Hilfsmittel des Kranes beim Auf- und Abrüsten herabfallen,
– Gegenstände herabfallen

  oder

– Drahtseile Drahtbrüche, sogenannte "Fleischhaken", haben können.

Abb 166: Unzureichender Körperschutz für Baustelleneinsatz

Abb 167: Gefahrenabwehr durch Tragen von Schutzkleidung

Der Unternehmer hat deshalb dem Kranführer und der Kranmannschaft folgende **persönliche Körperschutzmittel zur Verfügung zu stellen** (Abb. 167):

- **Schutzhelm** (siehe auch "Regeln für den Einsatz von Industrieschutzhelmen" (ZH 1/704))
- **Schutzhandschuhe** (siehe auch "Regeln für den Einsatz von Schutzhandschuhen" (ZH 1/706))
- **Sicherheitsschuhe** (siehe auch "Regeln für den Einsatz von Fußschutz" (ZH 1/702))

  und

- **Warnkleidung**

Die persönlichen Körperschutzmittel sind dann geeignet, wenn sie den einschlägigen Normen entsprechen.

Bei der Durchführung von Abschlepp- oder Bergungsarbeiten auf öffentlichen Straßen im Gefahrbereich des fließenden Verkehrs muß von allen Beteiligten Warnkleidung getragen werden. Dies gilt auch bei Instandsetzungsarbeiten am Kran im Bereich des fließenden Verkehrs.

Abrüsten

Die Unfallgefährdung beschränkt sich nicht nur auf die eigentliche Kranarbeit, sondern besteht im besonderen Maße auch beim Auf-, Um- oder Abrüsten. Die Montageanweisung gibt Auskunft, wie die einzelnen Arbeitsschritte ohne Gefahr durchzuführen sind.

Rüstarbeiten werden nicht immer vom Kranführer allein, sondern gelegentlich von einer Kranmannschaft ausgeführt. Zur Vermeidung einer gegenseitigen Gefährdung sind in diesem Fall die einzelnen Tätigkeiten aufeinander abzustimmen. Ferner muß eine gegenseitige Verständigung gegeben sein. **Einer** – der vom Unternehmer zu bestimmende Verantwortliche – **muß das "Sagen" haben** und die Arbeiten leiten und koordinieren. Dies wird in der Regel der Kranführer sein.

Ein besonderer Unfallschwerpunkt ist die Demontage von Gittermast-Hauptauslegern. oder -Spitzenauslegern. Dazu ein typischer Unfallhergang:

Zur Demontage wurde der Gittermastspitzenausleger eines Autokranes mit der Auslegerspitze auf dem Boden abgelegt. Ein Mitglied der Kranmannschaft begab sich unter den Spitzenausleger und schlug mit einem schweren Hammer die beiden unteren Verbindungsbolzen zwischen zwei Auslegerschüssen heraus. In dem Augenblick, als er den zweiten Bolzen herausgeschlagen hatte, knickte der Ausleger nach unten weg (Taschenmessereffekt) und erschlug den Mitarbeiter (Abb. 168). Der Unfall konnte eintreten, weil – entgegen der Demontageanweisung – versäumt wurde, den auf dem Boden abgelegten Spitzenausleger vor dem Herausschlagen der Verbindungsbolzen abzuspannen oder durch Unterstellböcke zu unterbauen.

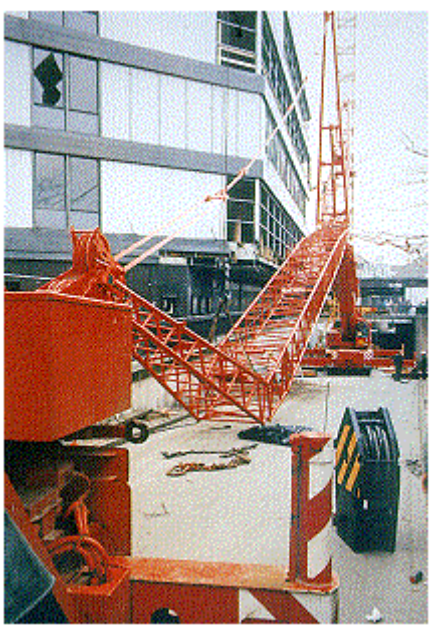


Abb 168: Durch nicht sachgerechte Demontage "durchgesackter" Spitzenausleger

So können Gittermastausleger sicher abgebaut werden (Abb. 169):

– Ausleger durch Betätigen des Auslegereinziehwerkes auf dem Boden ablegen
– Auslegerhalteseile (Nackenseile) entfernen und Halteseile zwischen Aufrichtebock oder Einziehwerkstraverse und Auslegerfußstück einsetzen und straff ziehen
– Jetzt erst untere Bolzen an der Verbindungsstelle herausschlagen und Ausleger mittels des Einziehwerkes ganz auf den Boden absenken

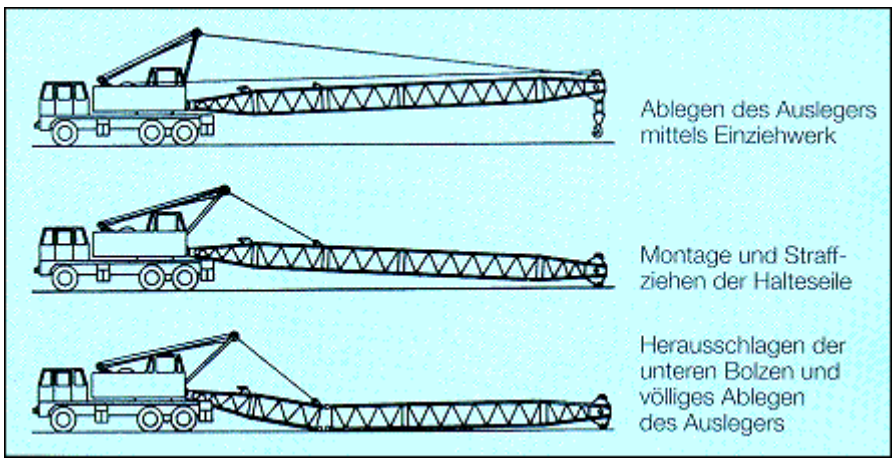

Ablegen des Auslegers mittels Einziehwerk
Montage und Straff-ziehen der Halteseile
Herausschlagen der unteren Bolzen und völliges Ablegen des Auslegers

Abb 169: Auslegerdemontage (Auszug aus einer Betriebsanleitung)

Gittermastausleger, deren Verbindungsbolzen von außen nach innen herausgeschlagen werden, bieten beim Zerlegen größere Sicherheit. Zum Herausschlagen dieses Bolzen ist niemand gezwungen, sich unter dem Ausleger aufzuhalten. Die Montage beim Zusammenbau des Auslegers gestaltet sich jedoch schwieriger.

Der Fahrzeugkran bei der Straßenfahrt

Das Führen eines gleislosen Fahrzeugkranes im Straßenverkehr erfordert besondere Aufmerksamkeit und Erfahrung. Der Kranführer hat nicht nur die Verkehrsvorschriften, sondern oft die in Ausnahmegenehmigungen enthaltenen Sonderauflagen zu beachten. Vor Fahrtantritt muß der Kranführer den Fahrzeugkran so herrichten, daß sich Teile des Kranaufbaus sowie Zubehörteile nicht unbeabsichtigt bewegen oder herabfallen. Dazu zählt z.B.

– das Betätigen der Drehwerksverriegelung für den Oberwagen (Abb. 170),
– das Sichern von Teilen der Abstützung gegen Herausrutschen oder -klappen bei Kurvenfahrt,
– das Sichern der Unterflasche gegen Pendeln,
– das Sichern von abgelegten Kranteilen (Gegengewichten, Unterflaschen, Abstützhölzern) gegen Verrutschen oder Herabfallen

  sowie

– das Einlegen der Unterlegkeile in die Halterungen.

Abb. 170: Betätigen der Drehwerksverriegelung

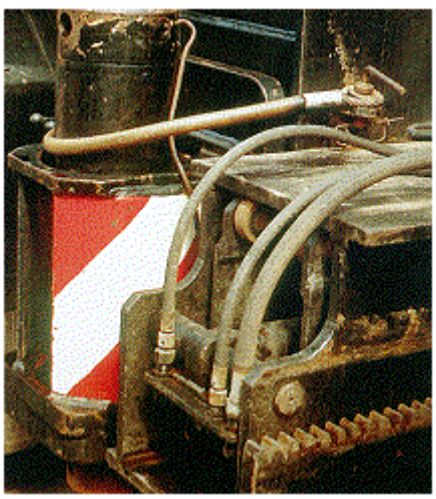


Abb. 171: Sichern des Abstützträgers

Sind vom Kranhersteller bestimmte, am Kran vorhandene Einrichtungen für diese Arbeiten vorgesehen, müssen sie verwendet werden.

Ladungssicherung

Abb. 172: Vom Fahrzeug herabgefallene Ladung

Abb. 173: Verlorene Kranteile infolge fehlender Ladungssicherung

Eine ungenügende oder gar fehlende Sicherung loser Teile des Fahrzeugaufbaus oder seiner Ladung ist die Ursache vieler Unfälle. Bei jeder Geschwindigkeitsänderung oder Kurvenfahrt eines Fahrzeuges treten Kräfte auf, die die Ladung zum

- Verrutschen,
- Verrollen,
- Umfallen

  oder
- Herabfallen

bringen können. Ob die Ladung in Bewegung gerät, hängt von folgenden Einflußgrößen ab:

1. Größe der Bremsverzögerung beim Abbremsen

2. Geschwindigkeit und Kurvenradius bei Kurvenfahrt
3. Reibung zwischen Ladung und Unterlage (Ladefläche)

Ein hohes Eigengewicht von Gegengewichten, Abstützträgern und Auslegerschüssen ist als Ladungssicherung allein nicht ausreichend. Diese Ladung ist zusätzlich, z.B. durch Verschraubung, Steckbolzen oder spezielle Halterungen, fest mit der Ladefläche zu verbinden (Abb. 174), Durch ein Niederzurren mit geeigneten Spanngurten, Ketten oder Seilen kann die Ladung auf die Unterlage gepreßt werden (Abb. 175).

Abb. 174: Ladungssicherung eines Gittermastauslegers durch Formschluß

Abb. 175: Niedergezurrter Gittermastausleger

Dadurch erhöht sich scheinbar das Gewicht der Ladung und daraus folgend die Reibungskräfte. Entscheidend ist, daß die Ladung nicht ins Rutschen gerät. Weiterhin besteht die Möglichkeit, den Reibungswert zwischen Ladung und Auflage durch rutschhemmende Unterlagen zu erhöhen.

Es wird deutlich, daß nur

– durch die Art und Weise des Verstauens der Ladung (unter Berücksichtigung der Lastverteilung)

  und

– ggf. durch Erhöhen der Reibung

eine ausreichende Sicherung der Ladung erreicht werden kann.

Verantwortlich **für die Durchführung** der Ladungssicherung ist der Fahrer. Der Unternehmer hat den Fahrzeugkran sowie die Begleitfahrzeuge so auszurüsten, daß ein Sichern der Ladung möglich ist.

Kuppeln, Rangieren, Einweisen

Das Arbeiten mit Fahrzeugkranen umfaßt auch **fahrzeugtypische Tätigkeiten** wie Rückwärtsfahren, Rangieren und Kuppeln. Diese Tätigkeiten sind sehr unfallträchtig.

Beim Rückwärtsfahren oder Rangieren sind immer Bereiche vorhanden, die der Fahrer nicht einsehen kann. Personen, die sich in diesen Bereichen aufhalten, sind stark gefährdet. Der Fahrer darf nur rückwärtsfahren bzw. zurücksetzen, wenn er durch einen Einweiser eingewiesen wird. Nur solange für den Fahrer der Einweiser und dessen Handzeichen sichtbar sind, darf er rückwärts fahren oder rangieren. Der Einweiser selbst darf sich nur im Sichtbereich des Fahrers aufhalten. Niemals darf er zwischen Hindernissen (wie Gebäudeteilen), und Fahrzeug stehen, während sich das Fahrzeug auf ihn zubewegt. Beim Einweisen darf er keine anderen Tätigkeiten ausführen.

Werden Anhänger mit Drehschemellenkung rangiert, darf sich seitlich neben dem Anhänger niemand aufhalten. Bei stark eingeschlagener Zugdeichsel kippen diese Anhänger leicht.

Abb. 176: Verboten. Beim Ankuppeln steht Person zwischen den Fahrzeugen

Auch das Ankuppeln von Mehrachsanhängern bildet einen Unfallschwerpunkt, weil es häufig nicht ordnungsgemäß durchgeführt wird (Abb. 176). Zu tödlichen Unfällen kommt es immer wieder, weil beim Kuppeln Personen zwischen den Fahrzeugen stehen. Diese Unfälle sind vermeidbar, wenn ordnungsgemäß wie folgt vorgegangen wird:

1. Überprüfen, ob der Anhänger gegen Wegrollen gesichert ist, und zwar
   – auf ebenem Gelände durch Feststellbremse **oder** Unterlegkeile,
   – auf stark unebenem Gelände oder im Gefälle durch Feststellbremse **und** Unterlegkeile.

2. Anhänger-Zuggabel mittels Höheneinstelleinrichtung auf Kupplungshöhe einstellen (Abb. 177)

Abb. 177: Einstellen der Anhänger-Zuggabel

3. Kupplung öffnen
4. **Aus dem Bereich zwischen den Fahrzeugen heraustreten** (Abb. 178)

Abb. 178: Der Einweiser steht neben den Fahrzeugen

5. Durch Zurücksetzen des Zugfahrzeuges kuppeln
6. An der Kontrolleinrichtung das ordnungsgemäße Schließen und Verbinden prüfen
7. Anschluß der Versorgungsleitungen herstellen

Es ist verboten, Anhänger zum Kuppeln auflaufen zu lassen!

Unter "Auflaufen lassen" versteht man das Heranführen des Anhängers im Gefälle durch Abrollen an das stehende Zugfahrzeug.

Lastaufnahmeeinrichtungen

Soll mit dem Fahrzeugkran eine Last gehoben werden, sind zum Aufnehmen der Last zusätzliche Einrichtungen (sog. Lastaufnahmeeinrichtungen) notwendig (Abb. 179).

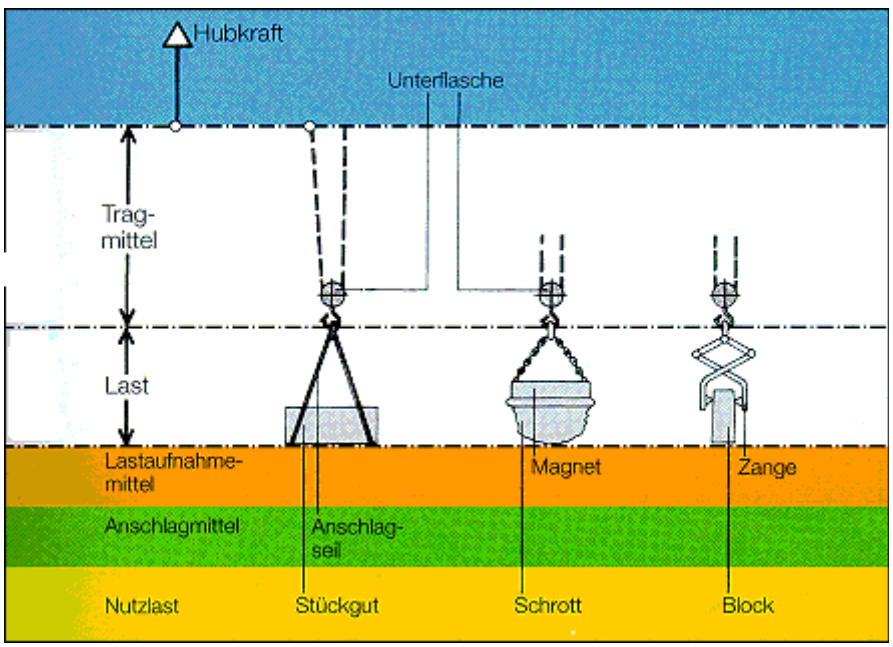


Abb. 179: Begriffe von Lastaufnahmeeinrichtungen nach DIN 15003

Zu diesen Einrichtungen gehören:

– die **Tragmittel**

  Tragmittel sind mit dem Fahrzeugkran **dauernd** verbunden:
  Hubseil und Unterflasche/Hakengeschirr

– die **Lastaufnahmemittel**

  Lastaufnahmemittel sind nicht zum Fahrzeugkran gehörende Einrichtungen. Sie nehmen die Last auf und werden mit dem Tragmittel verbunden: z.B. Betonkübel, Traverse, Palettengabel

– die **Anschlagmittel**

  Anschlagmittel sind nicht zum Fahrzeugkran gehörende Einrichtungen.

Sie stellen eine Verbindung her zwischen

- Tragmittel und Last

  oder

- Tragmittel und Lastaufnahmemittel: Anschlagseil, Anschlagkette, Hebeband

Seile und Ketten werden sowohl als Bauteile von gleislosen Fahrzeugkranen und Lastaufnahmemitteln als auch zum Anschlagen von Lasten verwendet. Um Unfälle zu vermeiden, müssen sie entsprechend dem Verwendungszweck bestimmte Anforderungen erfüllen.

Hinsichtlich des sicheren Verwendens von Lastaufnahmeeinrichtungen hat der Kranführer die Bestimmungen der UVV "Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb" (VBG 9a) zu beachten. Die Anforderungen an die konstruktive Ausführung von Lastaufnahmeeinrichtungen sind weitgehend in Normen festgelegt.

Drahtseile

Drahtseile können große Kräfte bei kleinem Seilquerschnitt übertragen, denn die Drähte besitzen eine hohe Bruchfestigkeit. Weiter sind Drahtseile gut biegefähig, denn sie bestehen aus einer Vielzahl von Einzeldrähten. Diese sind im Seilverband in gewissen Grenzen verschiebbar.

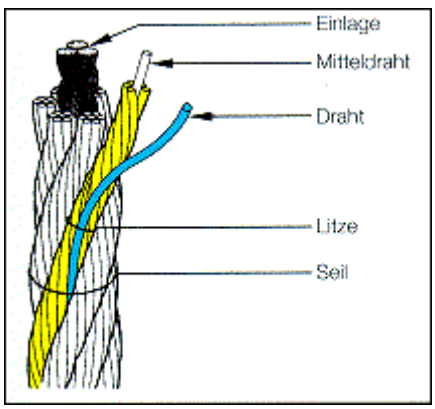


Abb. 180: Aufbau eines Rundlitzenseiles

Drahtseile entstehen, indem mehrere Seildrähte schraubenförmig um eine Seileinlage gewunden (verseilt) werden. Die entstehenden Litzen werden in einem weiteren Verseilvorgang zum Seil geschlagen (Abb. 180). Entsprechend der Qualität der Seildrähte (Nennfestigkeit), dem Drahtnenndurchmesser sowie der Anzahl der Drähte entstehen Seile mit unterschiedlicher Mindestbruchkraft. Die Mindestbruchkraft ist der kleinste zulässige Wert der wirklichen Bruchkraft; d.h. der Bruchkraft, die durch Zerreißen des Seils im ganzen Strang ermittelt wird. Dabei ist für die Mindestbruchkraft nicht der Seildurchmesser, sondern der metallische Querschnitt (Summe der Querschnitte aller Stahldrähte im Seil) entscheidend.

Einfluß auf die zulässige Belastung hat neben der Mindestbruchkraft auch der Verwendungszweck des Seils. Zur Bestimmung der zulässigen Tragfähigkeit eines Seiles werden in Abhängigkeit vom Verwendungszweck unterschiedliche Sicherheitsfaktoren eingerechnet. Diese Sicherheitsfaktoren sind in den einschlägigen Normen festgelegt. Sie sind notwendig, um z.B. die beim Anhalten der Last aus einer Senkbewegung auftretenden dynamischen Kräfte, die um ein Vielfaches über dem Gewicht der Last liegen, aufnehmen zu können.

Hinsichtlich des Verwendungszwecks unterscheidet man beim gleislosen Fahrzeugkran folgende Drahtseile:

1. **Laufende Seile**

   Seile, die über Seilrollen und Trommeln laufen und dabei deren Krümmung annehmen, z.B. Hubseile und Einziehseile. Als Hubseile werden überwiegend drehungsfreie Spezialdrahtseile eingesetzt (zu bemessen nach DIN 15020 Teil 1).

2. **Stehende Seile**

   Seile, deren Enden in Festpunkten gelagert sind, z.B. Nackenseile (zu bemessen nach DIN 15018).

3. **Anschlagseile**

   Seile, die zum Anhängen und Umschlingen von Lasten dienen (zu bemessen nach DIN 3088).

Für genormte Anschlagseile werden nur zwei Seilarten verwendet:

– **einlagige Rundlitzenseile**

  Diese bestehen aus einer Lage runder Litzen, die um eine Einlage verseilt sind.

– **Kabelschlagseile**

  Diese bestehen aus Rundlitzenseilen, die nochmals um eine Einlage verseilt sind. Kabelschlagseile sind dreifach verseilt: Die Stahldrähte werden zu Litzen verseilt, die Litzen zum Seil und schließlich die Seile zum Kabelschlagseil.

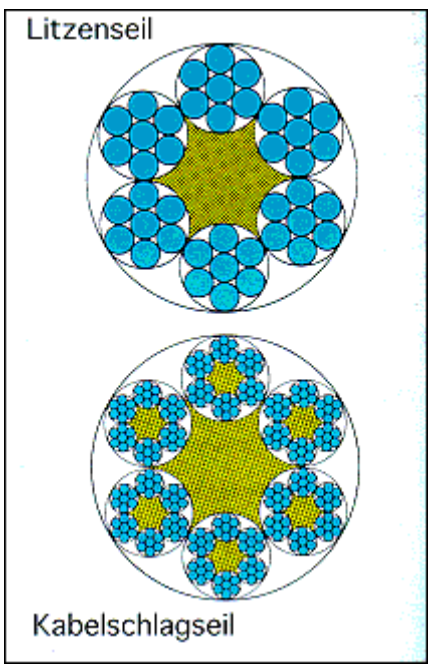


Abb. 181: Metallischer Querschnitt beim Litzenseil und Kabelschlagseil (Prinzipskizze)

Der Unterschied zwischen den beiden Seilarten "Litzenseil" und "Kabelschlagseil" spielt in der Praxis eine große Rolle. Bei gleichem Durchmesser hat das Kabelschlagseil eine geringere Tragfähigkeit, weil der metallische Querschnitt geringer ist als beim Rundlitzenseil (Abb. 181). Da einsträngige Anschlagseile nicht mit der zulässigen Tragfähigkeit gekennzeichnet sind, muß der Kranführer bzw. Anschläger vor Ort die richtige Seilart erkennen können. Beide Seilarten können bei folgender Vorgehensweise auch vom Ungeübten unterschieden werden: Ausgehend vom kleinsten Seil-Bauteil ergeben sich

– beim **Litzenseil** drei Bauelemente:
Einzeldraht – Litze – Seil (Abb. 182)

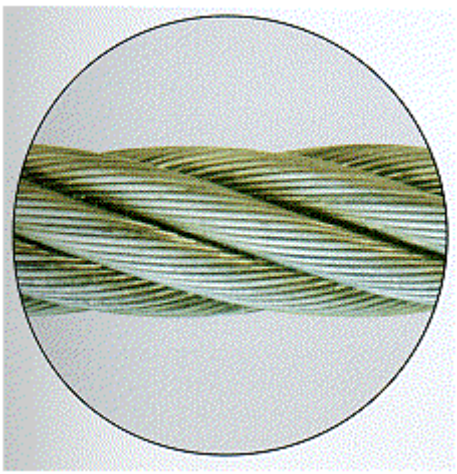


Abb. 182: Litzenseil

– beim **Kabelschlagseil** vier Bauelemente:
Einzeldraht – Litze – Seil – Kabelschlagseil (Abb. 183).

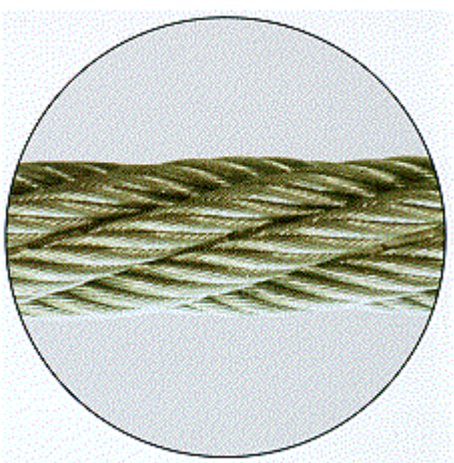


Abb. 183: Kabelschlagseil

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an Stahldraht-Anschlagsolle sind in DIN 3088 "Anschlagseile im Hebezeugbetrieb" festgelegt. Hinsichtlich ihrer Ausführung werden Anschlagseile in vier Seilarten eingeteilt:

Seilart N = Normal (Litzenseil)

Seilart F = Flämisches Auge (Litzenseil mit Stahleinlage und Seilendverbindung "Flämisches Auge")

Seilart K = Kabelschlagseil

Seilart G = Grummet (endlos gelegtes Litzenseil)

Damit der Kranführer seine Arbeitsaufgabe erfüllen kann, muß er die Tragfähigkeiten der von ihm benutzten Anschlagmittel kennen. Daher müssen Anschlagseile mit einer dauerhaften Tragfähigkeitsangabe versehen sein. Dies gilt jedoch nicht für einsträngige Anschlagseile der Seilarten N, K und G. Ihre Tragfähigkeit muß am Einsatzort auf andere Weise eindeutig bestimmt werden können.

Der Kranführer muß aus diesem Grund Belastungstabellen zur Verfügung haben, die der verwendeten Anschlagseilart entsprechen. Mit Hilfe einer Seilschieblehre mißt er den Seildurchmesser (Abb. 184), bestimmt die Seilart und stellt dann mit Hilfe der Belastungstabellen fest, ob die Tragfähigkeit des Seiles ausreichend ist (Abb. 185).

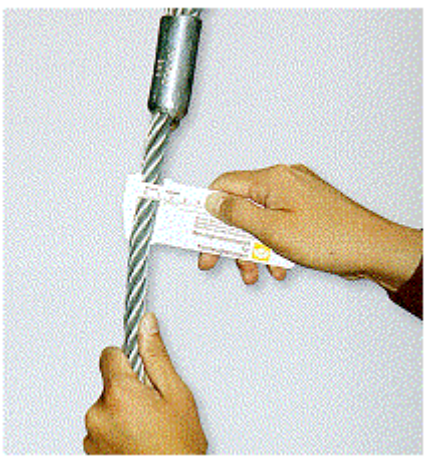


Abb. 184: Messen des Seildurchmessers

Belastungstabelle
für Anschlagmittel aus Stahldrahtseilen
Die Tabelle gilt nur für Stahldraht-Anschlag-seile der Seilart N (Normal) nach DIN 3088 (Ausgabe Mai 1989) mit einer Nennfestigkeit der Einzeldrähte von 1770 N/mm².

Abb. 185: Belastungstabelle

Bei mehrsträngigen Anschlagseilen muß am Aufhängeglied eine Plakette mit folgenden Angaben befestigt sein (Abb. 186):

– Seilart
– Tragfähigkeit für Neigungswinkel 0° bis 45° und über 45° bis 60°
– Strangzahl
– Seildurchmesser
– Zeichen des Verpressers (zwei Buchstaben)
– Verbandszeichen DIN

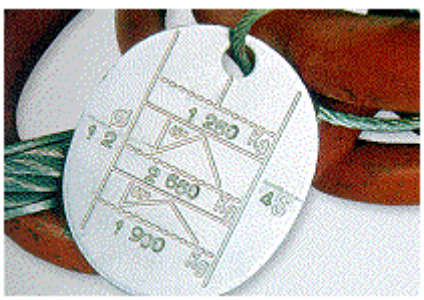


Abb. 186: Plakette an Mehrstranggehänge

Seilgehänge müssen aus mehreren **gleichlangen** Strängen bestehen. Das Aufhängeglied muß oval sein. Drei- und viersträngige Anschlagseile müssen aus einem Aufhängeglied und zwei Zwischengliedern mit den zugehörigen Anschlagseilen bestehen (Abb. 187).

Abb. 187: Vierstranggehänge mit Aufhänge und Zwischengliedern

Drahtseilendverbindungen

Mit Hilfe von Seilendverbindungen können Hubseile an der Krankonstruktion befestigt werden. Desgleichen können Anschlagseile mit dem Kranhaken oder der Last nur verbunden werden, wenn Seilendverbindungen vorhanden sind. Seilendverbindungen müssen für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet sein und den Regeln der Technik entsprechen. Als Seilendverbindungen kommen in Frage:

Spleiß (DIN 3089)

Abb. 188: Spleiß (ohne"Bekleidung")

Der Spleiß ist eine der ältesten Verbindungsarten für Seile und Seilenden (Abb. 188). Spleißarbeiten dürfen nur von geschulten Fachkräften ausgeführt werden. Bei fachgerechter Ausführung überträgt der Spleiß mindestens 85 % der Mindestbruchkraft des Seiles. Verwendung findet der Spleiß u.a. bei Anschlagseilen mit großem Seildurchmesser. Der Spleiß ist die einzige Seilendverbindung, die Biegebeanspruchungen im Bereich der Seilendverbindung zuläßt. Um Handverletzungen zu vermeiden, müssen die am unteren Ende aus dem Spleiß hervortretenden Drahtenden durch eine Bewicklung mittels Draht ("Bekleidung") abgedeckt sein.

Aluminium-Preßklemme (DIN 3093)

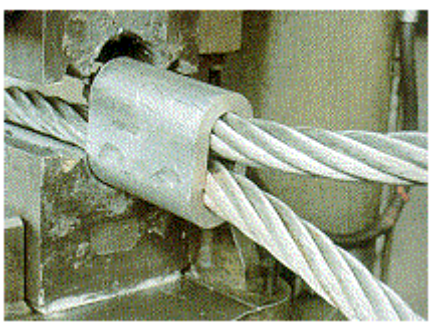


Abb. 189: Maschinelles Verpressen einer Aluminium-Preßklemme

Eine der gebräuchlichsten Seilendverbindungen ist die Aluminium-Preßklemme. Ihre Herstellung muß Fachfirmen vorbehalten bleiben, da durch die Norm bestimmte Fertigungseinrichtungen vorgegeben sind (Abb. 189). Nur so kann sichergestellt werden, daß die Aluminium-Preßklemme 90 % der Mindestbruchkraft des Seiles überträgt. Auf der Hülse muß das Zeichen des Verpressers (zwei Buchstaben) angegeben sein. Entspricht die Aluminium-Pressklemme darüber hinaus der o. a. Norm, ist vom Hersteller eigenverantwortlich das Verbandszeichen DIN einzuschlagen (Abb. 190).

Seile mit nicht gekennzeichneter Aluminium-Preßklemme dürfen im Hebezeugbetrieb nicht verwendet werden.

Abb. 190: Kennzeichnung einer Aluminium-Preßklemme

Preßklemmen sind nur zur Aufnahme von Zugkräften geeignet. Daher dürfen sie nicht auf Biegung beansprucht werden. Dies gilt auch für die Seilstücke direkt vor oder hinter der Preßklemme.

Bei Anschlagseilen sind zylindrisch-kegelige Preßklemmen geeigneter, da sich diese leichter unter aufliegenden Lasten herausziehen lassen. Im Kegelansatz dieser Preßklemmen muß sich eine Prüföffnung befinden, um die Lage des Totseilendes kontrollieren zu können (Abb. 191).

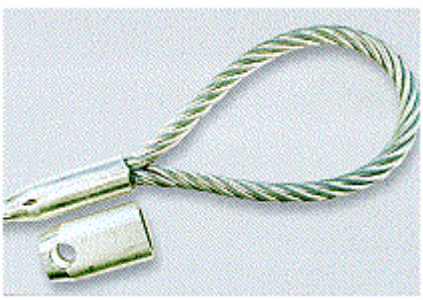


Abb. 191: Preßklemme mit Prüföffnung vor und nach dem Verpressen

Flämisches Auge (DIN 3095)

Abb. 192: Herstellen eines Flämischen Auges

Das Flämische Auge ist eine Kombination aus Stahl-Preßklemme und Spleiß. Bei der Herstellung wird der Seilverband in zwei Litzengruppen aufgelöst. Beide werden anschließend gegenläufig zur Seilschlaufe gelegt. Über die Enden der Litzengruppe wird eine Stahl-Preßklemme geschoben (Abb. 192) und mit dem Seil verpreßt. Daher ist das Flämische Auge eine Seilendverbindung mit einer hohen Belastbarkeit. Sie überträgt 100 % der Mindestbruchkraft des Seiles. Aufgrund ihres Werkstoffes ist die Stahl-Preßklemme wesentlich haltbarer als die Aluminium-Preßklemme. Die Stahl-Preßklemme muß wie folgt auf der Hülse gekennzeichnet sein (Abb. 193):

– Kennbuchstabe F
– Tragfähigkeit
– Zeichen des Verpressers (zwei Buchstaben)
– Verbandszeichen DIN

Abb. 193: Kennzeichnung eines Flämischen Auges

Drahtseilklemme (DIN 1142)

Drahtseilklemmen sind zur Herstellung von lösbaren Seilendverbindungen bestimmt. Sie bestehen aus Klemmbügel, Klemmbacke und Bundmutter.

Im Hebezeugbetrieb werden an Drahtseilklemmen sicherheitstechnische Anforderungen gestellt. Daher dürfen hier nur Drahtseilklemmen mit **Bundmuttern** (Abb. 194) eingesetzt werden.

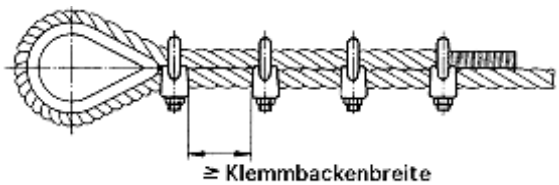
Abb. 194: Drahtseilklemme mit Bundmutter und ungeeignete Drahtseilklemme

Insgesamt ist der Einsatz von Drahtseilklemmen als Seilendverbindung im Hebezeugbetrieb nur sehr begrenzt möglich. **So dürfen Drahtseilklemmen für die dauernde Befestigung von Seilen in Seiltrieben nicht verwendet werden.**

Bei Anschlagseilen dürfen Drahtseilklemmen als Seilendverbindung nur für eine **spezielle einmalige Verwendung** eingesetzt werden. Steht auf einer Baustelle eine notwendige Seillänge nicht zur Verfügung, kann für diese spezielle Kranarbeit ein Anschlagseil aus losem Seil mit Hilfe von Drahtseilklemmen hergestellt werden.

Die Drahtseilklemmen sind nach Norm anzubringen und anzuziehen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Auszug aus DIN 1142



Nenngröße	Erforderliches Anziehmoment Nm	Erforderliche Anzahl der Drahtseilklemmen
8	6	4
10	9	
13	33	
16	49	
19	67	
22	107	5
26	147	
30	212	6
34	296	
40	363	

Die angegebenen Anziehmomente gelten für gefettete Gewinde und Muttern-Auflageflächen

Die angegebenen Anziehmomente gelten für gefettete Gewinde und Muttern-Auflageflächen

Die Klemmbügel sind **immer** auf das unbeanspruchte Seilende aufzulegen. Die Klemmbacke muß an dem tragenden Seilstrang anliegen. Bei umgekehrter Montage (Abb. 195) verursachen die Klemmbügel aufgrund der punktförmigen Berührung am tragenden Seilstrang Quetschungen. An dieser Stelle ist das Seil vorgeschädigt und damit ablegereif

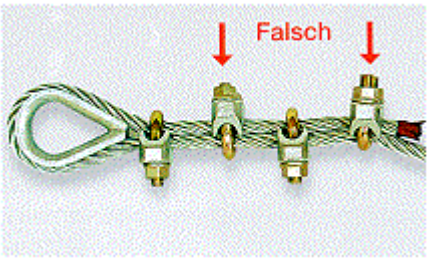


Abb. 195: Montage von Drahtseilklemmen

Bei Überlastung ist hier der Bruch des Seiles zu erwarten. Die Bundmuttern der Seilklemmen sind mit dem angegebenen Anziehmoment festzuziehen. Da sich ein Seil unter Belastung um 0,5% bis 1 % dehnt, nimmt der Seildurchmesser ab. Es besteht die Gefahr, daß sich die Seilklemmen lockern und zusammenrutschen. Nach dem ersten Aufbringen der Last ist daher das Anziehmoment nochmals nachzuprüfen bzw. nachzustellen.

Metallischer Drahtseilverguß in Seilhülse (DIN 3092)

Für die Verbindung von Auslegerhalteseilen (Nackenseilen) finden vergossene Seilhülsen (Abb. 196) Verwendung. Diese Seilendverbindung ist eine der hochwertigsten Verbindungsarten. Sie ist in der Lage, 100 % der Mindestbruchkraft des Seiles zu übertragen. Der metallische Drahtseilverguß in der Seilhülse kann nur fabrikmäßig hergestellt werden. Abbindungen des Seils an der Seilhülse dürfen nicht vorhanden sein.

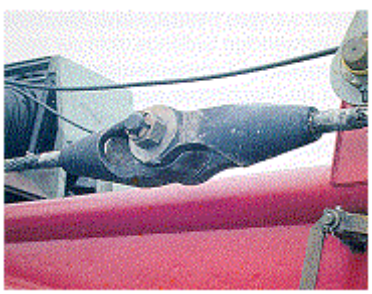


Abb. 196: Vergossene Seilhülsen

Seilschloß

Zur Befestigung des Hubseiles am Kran wird in der Regel ein Seilschloß verwendet. Das Seilschloß ist eine leicht lösbare Seilendverbindung. Man unterscheidet das

– asymmetrische Seilschloß (nicht genormt) für den Hebezeugbetrieb

  und das

– symmetrische Seilschloß für Aufzüge (DIN 15315).

Symmetrische Seilschlösser sind im Hebezeugbetrieb nicht zulässig, da die Zugrichtungen im tragenden Seil und in der Seilführung des Seilschlosses nicht zusammenfallen.

Das Seilschloß ist nur unter Zugbeanspruchung sicher geschlossen. Bei einem harten Aufsetzen des Kranhakens kann sich der Seilkeil lösen (Abb. 197). Daher muß das freie Seilende gegen Durchziehen, z.B. mit einer Drahtseilklemme nach DIN 1142, gesichert sein. Diese Sicherung muß 10 % der Seilzugkraft aufnehmen können. Die Drahtseilklemme darf jedoch nicht das freie Seilende und den tragenden Seilstrang miteinander verbinden.

Abb. 197: Drahtseilklemme verhindert das Herausfallen des Seilkeiles

Das Seil ist so einzulegen, daß der tragende Seilstrang in der Zugachse des Schlosses verläuft. Anderenfalls wird es abgeknickt, verschleißt vorzeitig und bricht (Abb. 198). Werden zu dünne Seile eingelegt, reicht die Klemmwirkung des Seilschlosses nicht aus. Die Spitze des Keiles ragt dann zu weit aus dem Seilschloßgehäuse heraus. Bei zu dicken Seilen wird das Seil im Seilschloß gequetscht und vorzeitig zerstört. Durch eine Kennzeichnung auf dem Seilkeil und dem Seilschloßgehäuse wird sichergestellt, daß der richtige Keil zum entsprechenden Gehäuse benutzt wird.

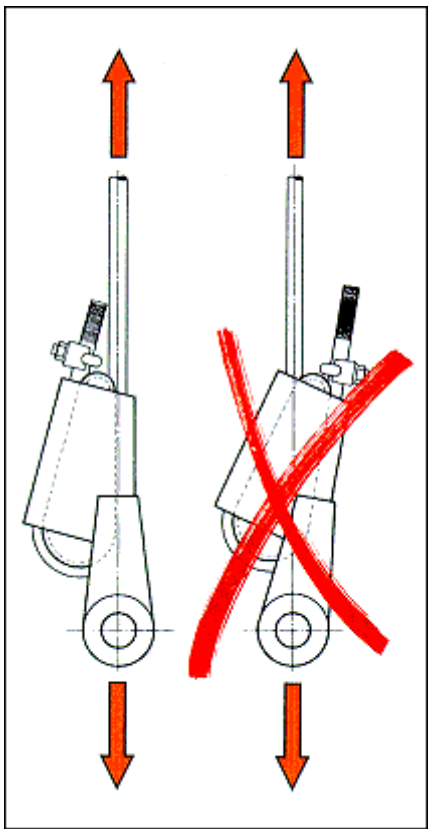


Abb. 198: Seilschloßmontage

Das Anschweißen von Schlagflächen, um z.B. Beschädigungen des Hubseils beim Losschlagen des Seilschlosses mit dem Hammer zu vermeiden, ist nicht zulässig.

Stahlverpressung

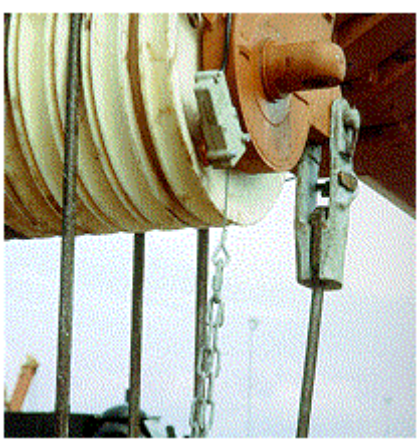


Abb. 199: Stahlverpressung am Hubseil

Hubseile an Fahrzeugkranen werden anstelle eines Seilschlosses auch mit einer zylindrischen Stahlverpressung am Hubseil (Abb. 199) als Seilendverbindung geliefert. Die Stahl-Preßklemme des Hubseils wird in einen Halter eingelegt, der mit einer Sicherung gegen versehentliches Lösen ausgerüstet ist. Diese Hubseilendverbindung erleichtert das Umscheren, ist allerdings nicht genormt.

Formstahlkausche (DIN 3090)

Abb. 200: Seilschlaufe mit Kausche

Vom Verwendungszweck der Seile hängt es ab, ob in die Seilschlaufe Kauschen eingelegt sein müssen oder nicht. Eine Kausche in der Seilschlaufe erhöht nicht die Tragfähigkeit des Seiles, sondern stellt einen Seilschutz dar. Die Kausche ist da erforderlich, wo die Gefahr besteht, daß die Seilschlaufe um einen zu geringen Durchmesser gebogen wird (Abb. 200). Dies ist z.B. der Fall bei Seilaufhängungen an Festpunkten oder wenn an der Seilschlaufe ein Ösenhaken befestigt werden soll. Daher müssen bei Anschlagseilen mit Aufhänge-, Zwischen- und Endgliedern oder Ösenhaken Formstahlkauschen verwendet werden.

Anschlagketten

Rundstahlketten, die zum Anschlagen von Lasten benutzt werden, müssen geprüfte Ketten sein. Derartige Ketten sind in DIN 685 "Geprüfte Rundstahlketten" genormt. In Abhängigkeit vom verwendeten Werkstoff werden Rundstahlketten in Güteklassen eingeteilt. Zur Unterscheidung werden sie meterweise mit Prüfstempeln (Abb. 201) versehen, aus denen die Güteklasse hervorgeht. Je höher die Güteklasse ist, desto größer ist die Tragfähigkeit bei gleicher Nenndicke.

Abb. 201: Kennzeichnung von Kettengliedern:
H = Hochfeste Kette
1 = Hersteller
8 = Güteklasse 8

Als "Teilung" (Abb. 202) wird die innere Länge eines Kettengliedes bezeichnet. Nur Ketten mit einer Teilung, die nicht größer ist als das Dreifache des Kettenglieddurchmessers (sog. **kurzgliedrige Ketten**), dürfen als Anschlagketten verwendet werden.

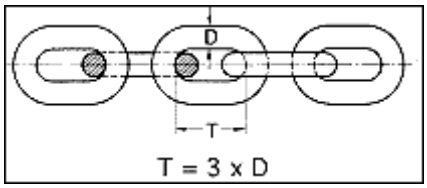


Abb. 202: Teilung "T" bei Anschlagketten

Alle Anschlagketten, einsträngige und mehrsträngige, müssen mit der Tragfähigkeit im direkten Strang gekennzeichnet sein. Zusätzlich ist bei mehrsträngigen Ketten die Tragfähigkeit für einen Neigungswinkel bis 45° und von über 45° bis 60° anzugeben. Diese Angaben werden auf einem an der Kette befestigten Anhänger eingestempelt. Aus seiner Form (Zahl der Ecken) sowie seiner Farbe geht die Güteklasse der Kette hervor (Abb. 203).

Abb. 203: Kettenanhänger Güteklasse 8

Fehlt der Kettenanhänger an der Anschlagkette, muß die Tragfähigkeit der Kette reduziert werden; diese Kette darf nur wie eine Kette Güteklasse 2 belastet werden.

Anschlagketten nach DIN 685 haben eine Bruchdehnung von 25 %. Wird die Anschlagkette stark überlastet, dehnt sich die Kette und zieht sich steif. An der vergrößerten Kettenteilung sieht der Kranführer, daß die Kette überlastet wurde und ablegereif ist.

Bei der Benutzung von Anschlagketten ist zu beachten:

– Kettenglieder dürfen nicht mit Draht zusammengebunden oder mit Schrauben zusammengehalten werden (Abb. 204)

Abb. 204: Verbotenes Zusammenhalten von Ketten mittels Schraube

– Notglieder dürfen nicht verwendet werden.
– Es dürfen keine lösbaren Verbindungsteile für Ketten eingesetzt werden, die nicht mindestens der Güteklasse 8 entsprechen (Abb. 205).

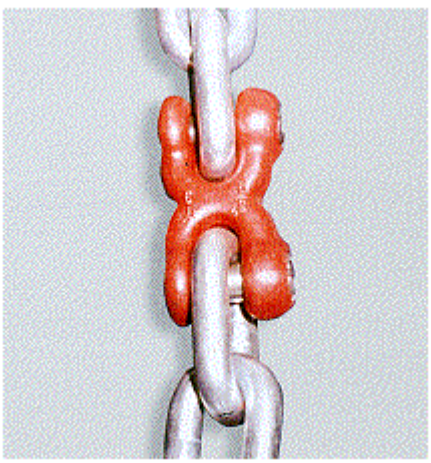


Abb. 205: Kettenverbinder Güteklasse 8

– Haken dürfen nicht mit ihrer Spitze in ein Kettenglied eingehängt werden.
– Liegende Ketten dürfen nicht mit Lasten überrollt werden.

Hebebänder

Hebebänder aus Chemiefasern werden in verschiedenen Ausführungen geliefert:

– als endlos gelegte Hebebänder (Rundschlingen)

  und

– als Hebebänder mit Endschlaufen oder mit Endbeschlägen. Sie werden hergestellt durch das Vernähen von gewebten Gurtbändern.

Diese Anschlagmittel haben sich dort bewährt, wo Lasten mit empfindlichen Oberflächen gehoben werden. Ferner lassen sich Hebebänder aufgrund ihres relativ geringen Eigengewichtes leichter handhaben als Stahldraht-Anschlagseile oder Anschlagketten gleicher Tragfähigkeit.

Hebebänder müssen DIN 61360 "Hebebänder aus synthetischen Fasern" entsprechen. In Abhängigkeit von der verwendeten Chemiefaser müssen Hebebänder mit einem farbigen Etikett versehen sein (Abb. 206). Neben Tragfähigkeit, DIN-Nummer, Werkstoff-Kurzzeichen und Hersteller müssen auch Herstellmonat und -jahr darauf angegeben sein. Bei Farbcodierung muß die Farbe des Hebebandes der Farbe aus Abb. 207 entsprechen (europäischer Normentwurf). Die Farbe gibt die Tragfähigkeit im senkrechten Strang an.

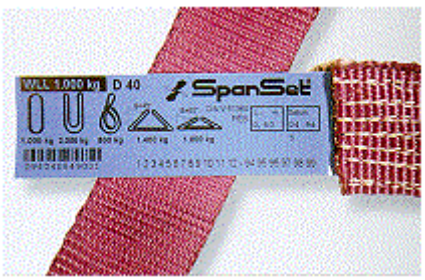


Abb. 206: Kennzeichnung des Hebebandes auf eingenähtem Etikett

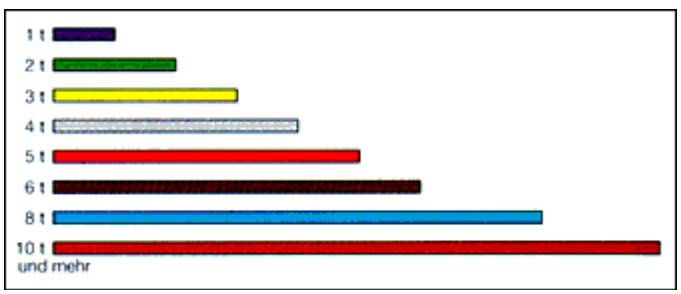


Abb. 207: Farbcodierung bei Hebebändern als Hinweis auf die Tragfähigkeit

Den Vorzügen stehen auf der anderen Seite besondere Anwendungsbeschränkungen gegenüber, die sich aus der Art der verwendeten Chemiefaser ergeben. So haben Polyester-Hebebänder (Werkstoffkurzzeichen PES, erkennbar am blauen Etikett) eine gute Beständigkeit gegen viele Säuren und Lösemittel. Gegenüber Laugen sind sie jedoch sehr empfindlich; deshalb dürfen PES-Hebebänder z.B. nicht mit Seife abgewaschen werden. Polyamid-Hebebänder (Werkstoffkurzzeichen PA, erkennbar am grünen Etikett) haben dagegen eine gute Beständigkeit gegenüber Laugen. Jedoch nehmen sie in hohem Maße Feuchtigkeit auf, was bei Temperaturen unter 0 °C zum Steifwerden des Hebebandes führen kann.

Bei der Benutzung sind folgende Anwendungshinweise zu beachten:

– Hebebänder müssen so um die Last gelegt werden, daß sie mit ihrer ganzen Breite tragen.
– Der Öffnungswinkel der Endschlaufen darf max. 20° betragen (Abb. 208).

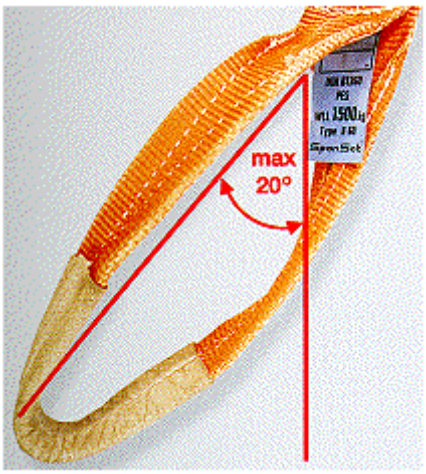


Abb. 208: Öffnungswinkel von HebebandEndschlaufen

– Im Schnürgang dürfen nur Hebebänder mit Endschlaufen verwendet werden, wenn die Endschlaufen verstärkt sind.
– Hebebänder nicht unter aufstehenden Lasten hervorziehen, weil dadurch die Gefahr der Beschädigung besteht (Abb. 209).

Abb. 209: Verbotenes Hervorziehen von Hebebändern

Schäkel

Schäkel sind lösbare Verbindungsteile. Verwendet werden Schäkel als Verbindungselement, z.B. zwischen Anschlagmittel und Last oder zum Verlängern von Anschlagmitteln. Schäkel bestehen aus einem U-förmigen oder bogenförmigen geschmiedeten Bügel, der mit einem Bolzen verschlossen wird (Abb. 210).

Abb. 210: Standard-Schäkel und Bogenschäkel

Als Bolzen sind üblich:

– Augbolzen und Senkkopfbolzen, die in den Bügel geschraubt werden
– Steckbolzen, die mit Mutter und Splint gesichert werden

Schäkel müssen auf dem Bügel mindestens mit Angaben über Hersteller und Tragfähigkeit gekennzeichnet sein. Bei hochvergüteten Schäkeln ist zusätzlich die Güteklasse anzugeben.

Sie sind ausreichend bemessen, wenn sie nach einer der folgenden Normen hergestellt sind:

– In **Normalgüte**
  nach DIN 82016 "Ladeschäkel" oder DIN 82101 "Schäkel"
– In **Güteklasse 6**
  nach ISO 2415 "Geschmiedete Schäkel für allgemeine Hebezwecke; D-Schäkel und Bogenschäkel"
– In **Güteklasse 8**
  nach DIN 5691 Anschlagketten; geschmiedete Einzelteile"

Schäkel dürfen nur mit den zugehörigen Bolzen verwendet werden. Verlorengegangene Bolzen dürfen nicht durch Sechskantschrauben ersetzt werden. Aufgebogene Schäkel sind ablegereif (Abb. 211).

Abb. 211: Ablegereifer Schäkel

Anschlagen

Unter"Anschlagen" versteht man das Befestigen der Last am Tragmittel von Hebezeugen oder an Lastaufnahmemitteln unter Verwendung eines Anschlagmittels. Bevor eine Last am Fahrzeugkran angeschlagen wird, müssen mehrere Fragen geklärt werden:

- **Wie schwer ist die Last, die gehoben werden soll?**
- **Wo liegt der Schwerpunkt der Last?**
- **Welches Anschlagmittel ist zu verwenden?**
- **Welche Tragfähigkeit muß das Anschlagmittel mindestens besitzen?**

Lastgewicht

Grundsätzlich ist es die Aufgabe des Unternehmers bzw. seines Disponenten, vom Kunden zuverlässige Informationen über das Lastgewicht zu erhalten. Anderenfalls hat der Kranführer sie an der Einsatzstelle zu erfragen.

Liegen keine Angaben vor, hat der Kranführer unter Umständen folgende Möglichkeiten, das Gewicht der Last zu ermitteln:

1. Wissen
   - Die Last ist mit einer Gewichtsangabe gekennzeichnet (Idealfall)
   - Das Gewicht geht aus den Transport- oder Begleitpapieren hervor
   - Bei Montagearbeiten kann das Gewicht der Montageanweisung entnommen werden.
2. Wiegen

   Nachteil: Die Last ist bereits am Kranhaken angeschlagen und hängt beim Wiegen im Haken
3. Rechnen

   Bei einfachen Körpern (Quader oder Profilstahl) kann mit Hilfe von Gewichtstabellen überschlägig das Gewicht errechnet werden. Bei zusammengesetzten Körpern (Maschinenteilen etc.) ist dies dem Kranführer nicht möglich.

4. Schätzen

   Nur wenn viele **gleichartige** oder **ähnliche** Lasten transportiert werden, hat der Kranführer die Möglichkeit, durch Schätzen ein befriedigendes Ergebnis zu erreichen. Beim Fahrzeugkran mit seinen häufig wechselnden Einsatzstellen und sehr unterschiedlichen Lasten ist dies jedoch sehr selten der Fall. Daher ist das Schätzen des Lastgewichtes problematisch.

Lastschwerpunkt

Ohne Wissen um die Lage des Schwerpunktes kann die Last nicht sicher angeschlagen werden. Denn beim Anschlagen von Lasten muß der Schwerpunkt

– senkrecht unter dem Kranhaken liegen; nur dann schwenkt die Last nach dem Anheben nicht zur Seite weg und er muß
– unterhalb der Anschlagpunkte liegen; nur dann befindet sich die Last in einem stabilen Gleichgewicht und kann beim Anheben nicht kippen.

In günstigen Fällen können Angaben über die Schwerpunktlage an der Last vorhanden sein (z.B. Schwerpunktsymbol nach DIN 55402 Teil 1). Über Angaben zu Anschlagpunkten an der Last kann evtl. der Schwerpunkt ermittelt werden (z.B. Symbole für Anschlagpunkt (Abb. 212) oder Kranhaken).

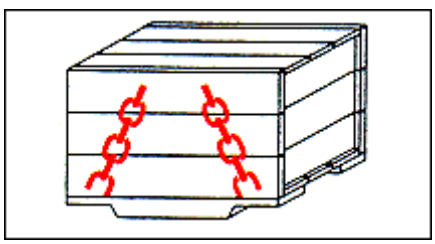


Abb. 212: Kennzeichnung der Anschlagpunkte an der Last

Auswahl des Anschlagmittels

Bereits der Einsatzplaner sollte klären, welches Anschlagmittel für die spezifische Kranarbeit geeignet ist. Häufig muß der Kranführer jedoch aus den auf seinem Fahrzeugkran mitgeführten Anschlagmitteln das Geeignete auswählen. Welche Anschlagmittel sind wofür geeignet?

Seile:	Für Lasten mit glatten und rutschigen Oberflächen
Ketten:	Für Lasten mit nicht rutschigen Oberflächen, scharfkantige Träger oder Profile
Hebebänder:	Für Lasten mit rutschigen oder empfindlichen Oberflächen
Seil-Kette-Seil:	Für das Umschlingen scharfkantiger Lasten mit der Kette, wobei das Seil das Durchstecken unter der Last erleichtert und das Gewicht des Anschlagmittels reduziert.

Tragfähigkeit des Anschlagmittels

Nachdem das für die Last geeignete Anschlagmittel ausgewählt ist, muß der Kranführer bestimmen, welche Bemessung es haben muß (Durchmesser des Drahtseiles, Nenndicke der Kette). Denn die Last soll gehoben werden, ohne daß das Anschlagmittel überlastet wird oder gar reißt und es so zum Absturz der Last kommt.

Die Tragfähigkeit des Anschlagmittels ist abhängig von

- **der Anschlagart**
- **der Zahl der Stränge und**
- **der Neigung der Stränge.**

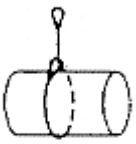
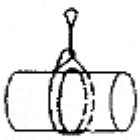
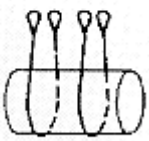
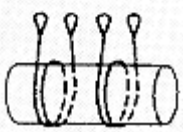
Anschlagart

In Tabelle 12 sind die grundsätzlichen Anschlagarten nach DIN 30785 "Anschlagen im Hebezeugbetrieb" aufgeführt, die für alle Anschlagmittel Gültigkeit haben.

In der Anschlagart "geschnürt" wird in der Schnürstelle das Anschlagmittel um eine scharfe Kante gelegt. Um Schäden zu vermeiden, muß die Tragfähigkeit auf 80 % (L_A = 0,8) verringert werden.

Der Lastanschlagfaktor L_A ist ein Rechenwert. In ihm werden die beim Anschlagen herrschenden Bedingungen (Belastungsfaktoren) zusammengefaßt.

Tabelle 12: Anschlagarten

direkt	
geschnürt	
doppelt geschnürt	
umgelegt (Hängegang)	
um-schlungen	

Zahl der Stränge

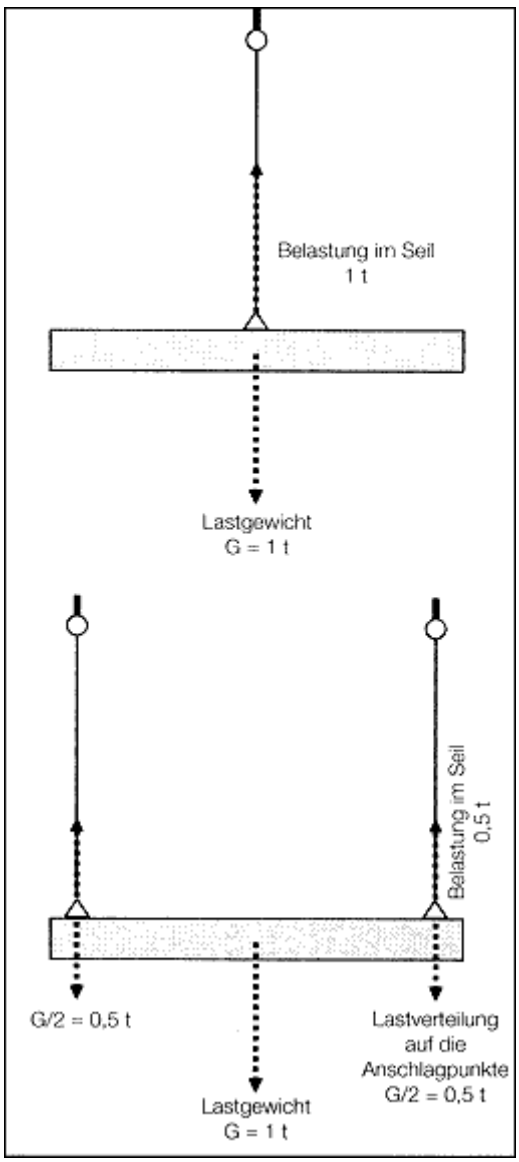


Abb. 213: Seilbelastung im direkten Strang

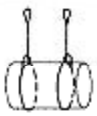
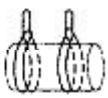
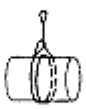
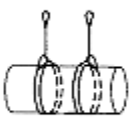
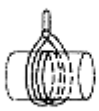
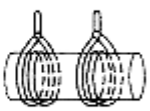
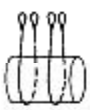
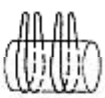
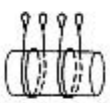
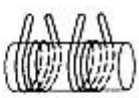
Wird eine Last statt an einem Strang an zwei senkrechten Strängen angeschlagen (Abb. 213) und verteilt sich die Last gleichmäßig auf beide Stränge, trägt jeder Strang die Hälfte der Last. Gegenüber dem Anschlagen mit **einem** direkten Strang kann bei **zwei** direkten, senkrechten Strängen die Last also zweimal so schwer sein. In diesem Fall beträgt der Lastanschlagfaktor $L_A = 2$.

Er berechnet sich wie folgt:

L_A = Belastungsfaktor für Anschlagart x Belastungsfaktor für Anzahl der Stränge

In Tabelle 13 sind die Lastanschlagfaktoren in Abhängigkeit von der Anschlagart und der Zahl der Stränge aufgeführt.

Tabelle 13: Lastanschlagfaktoren

Anschlagmittel / Anschlagart	Einzelstrang einfach	Einzelstrang zweifach	Endlosstrang einfach	Endlosstrang zweifach
direkt	$L_A = 1$	$L_A = 2$		$L_A = 4$
geschnürt	$L_A = 0,8$	 $L_A = 1,6$	$L_A = 1,6$	 $L_A = 3,2$
doppelt geschnürt	 $L_A = 0,8$	 $L_A = 1,6$	 $L_A = 1,6$	 $L_A = 3,2$
umgelegt (Hängegang)		 $L_A = 4$		 $L_A = 8$
umschlungen		 $L_A = 4$		 $L_A = 8$

Hinweis: Die Tragfähigkeitsangabe auf dem Etikett eines Endlosstranges bezieht sich immer auf beide Stränge.

Neigung der Stränge

Häufig wird eine Last so angeschlagen, daß die Stränge der Anschlagmittel nicht senkrecht, sondern geneigt von der Last zum Kranhaken verlaufen. Den Winkel zwischen dem geneigten Seilstrang und der Lotrechten bezeichnet man als **Neigungswinkel**. Je größer die Neigung der Stränge wird, desto größer wird die Zugkraft in ihnen gegenüber der Zugkraft bei parallelen, senkrecht verlaufenden Seilsträngen.

Als "geneigt" gelten Seilstränge, die um mehr als 7° geneigt sind. Bei einem Neigungswinkel von 60° entspricht die Zugkraft in einem der geneigten Stränge dem Gewicht der gesamten Last (Abb. 214).

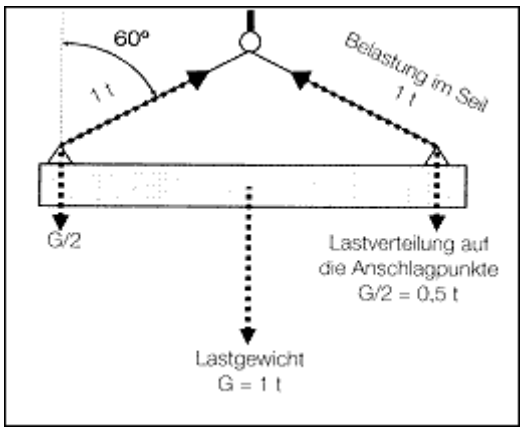


Abb. 214: Seilbelastung im geneigten Strang

Für die Praxis bedeutet dies:

1. Je größer der Neigungswinkel
   - um so mehr verringert sich das zulässige Gewicht der zu hebenden Last

     oder
   - die Anschlagmittel müssen stärker bemessen sein.
2. Der Neigungswinkel darf **max. 60°** betragen.
3. Für das Bemessen der Anschlagpunkte muß die Zugkraft im geneigten Seilstrang berücksichtigt werden.

Hinweis:

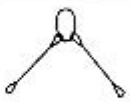
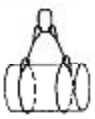
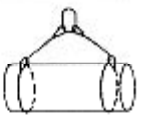
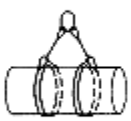
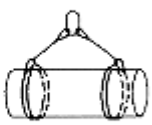
Der sogenannte "Spreizwinkel" (Winkel zwischen den geneigten Strängen) darf nicht mehr für die Tragfähigkeits-Berechnung der Anschlagmittel verwendet werden. Bei bestimmten Anschlagarten können durch den Spreizwinkel keine zuverlässigen Aussagen über die Belastbarkeit der Anschlagmittel getroffen werden. Dies gilt insbesondere für das Anschlagen mit unterschiedlich geneigten Strängen. Außerdem ist der Spreizwinkel vom Anschläger schwieriger zu bestimmen als der Neigungswinkel.

Bei der Berechnung des Lastanschlagfaktors L_A muß die Neigung der Stränge ebenfalls berücksichtigt werden:

L_A = Belastungsfaktor für Anschlagart x Belastungsfaktor für Anzahl der Stränge x Belastungsfaktor für Neigung der Stränge

In Tabelle 14 sind die Lastanschlagfaktoren in Abhängigkeit von Anschlagart, Anzahl der Stränge und Neigung der Stränge aufgeführt.

Tabelle 14: Lastanschlagfaktoren bei geneigten Strängen

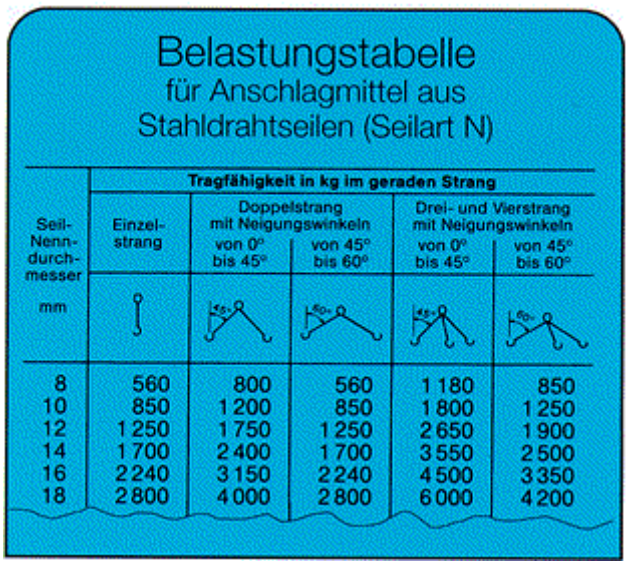
Anschlagmittel / Anschlagart	Zweistrang 0 bis 45°	Zweistrang über 45° bis 60°
direkt	$L_A = 1{,}4$	 $L_A = 1$
geschnürt	 $L_A = 1{,}12$	 $L_A = 0{,}8$
doppelt geschnürt	 $L_A = 1{,}12$	 $L_A = 0{,}8$
umgelegt		
umschlungen		

Hinweis: Die Angaben gelten auch für den Drei- und Vierstrang.
Ausnahmen siehe Abb. 216
bis 218

Die Gesamttragfähigkeit mehrsträngiger Anschlagmittel ergibt sich durch Multiplikation der Tragfähigkeit eines einzelnen, senkrechten Stranges mit dem Lastanschlagfaktor L_A.

Auf der Grundlage dieser Formel hat man sog. Belastungstabellen (Tabelle 15) geschaffen, um dem Anschläger die Rechenarbeit zu erleichtern. Mit Hilfe der Belastungstabellen kann er die Tragfähigkeit von Anschlagmitteln schnell bestimmen. Diese Belastungstabellen müssen sich beim Fahrzeugkran befinden.

Tabelle 15: Auszug aus Belastungstabellen (ZH 1/321)



Belastungstabelle
für Anschlagmittel aus
Stahldrahtseilen (Seilart N)

Seil-Nenn-durch-messer mm	Tragfähigkeit in kg im geraden Strang				
	Einzel-strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln		Drei- und Vierstrang mit Neigungswinkeln	
		von 0° bis 45°	von 45° bis 60°	von 0° bis 45°	von 45° bis 60°
8	560	800	560	1 180	850
10	850	1 200	850	1 800	1 250
12	1 250	1 750	1 250	2 650	1 900
14	1 700	2 400	1 700	3 550	2 500
16	2 240	3 150	2 240	4 500	3 350
18	2 800	4 000	2 800	6 000	4 200

Ein Anwendungsbeispiel zeigt Abb. 215. Ein Kranführer soll eine 2,5 t schwere Last mit seinem Kran heben. Anstelle einer Traverse will er ein Seilgehänge verwenden. Hinsichtlich der Belastbarkeit der Seile ergeben sich für ihn zwei Möglichkeiten:

1. Er benutzt Seile gleichen Durchmessers wie beim Anschlagen mit Traverse. Dann verringert sich mit zunehmendem Neigungswinkel die Belastbarkeit der Drahtseile; d.h. er muß das Lastgewicht verringern und kann die 2,5 t schwere Last nicht heben.
2. Da er das Lastgewicht nicht verringern kann, muß er beim Anschlagen mit Neigungswinkeln **dickere** Anschlagseile einsetzen.

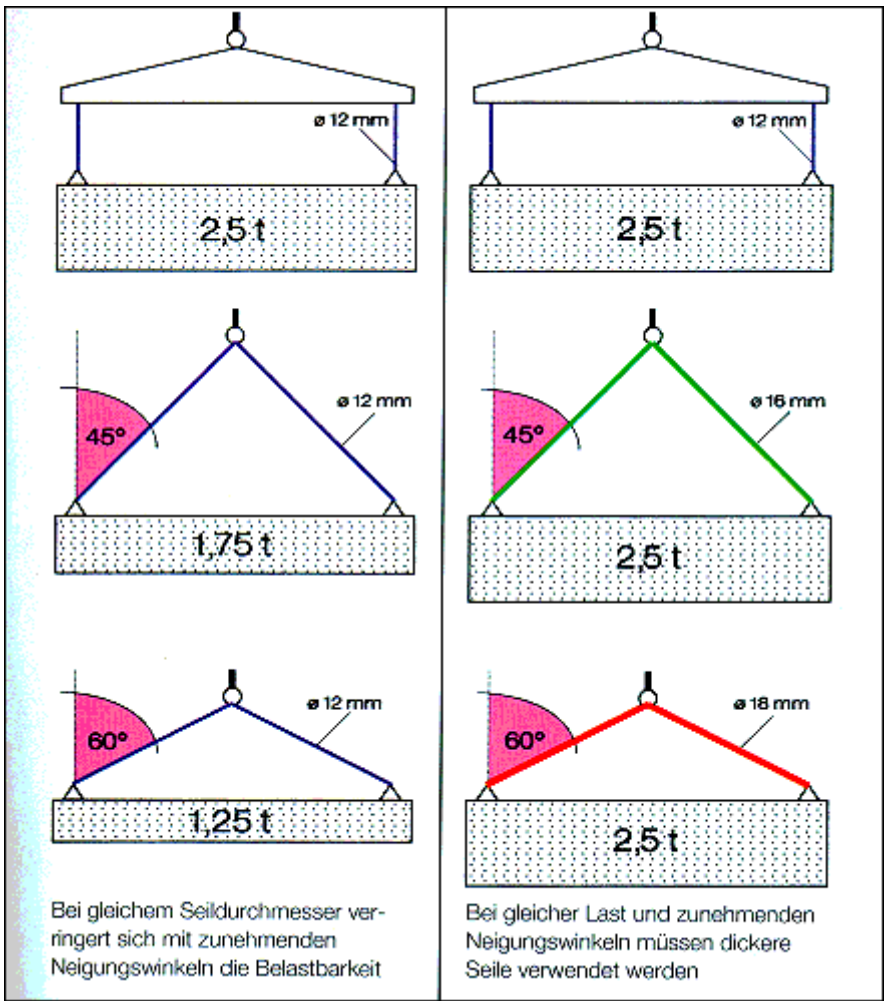


Abb. 215: Belastbarkeit von Stahldrahtanschlagseilen (Seilart N)

Oft hat eine Last (z.B. ein Maschinenteil) keine gleichmäßige Form. Der Schwerpunkt liegt dann nicht in der Mitte der Last. Beim Anschlagen stellt sich der Schwerpunkt immer unter den Kranhaken; die Last hängt in diesem Fall schief und es ergeben sich unterschiedliche Neigungswinkel (Abb. 216). Der dem Schwerpunkt nähere Strang wird stärker belastet.

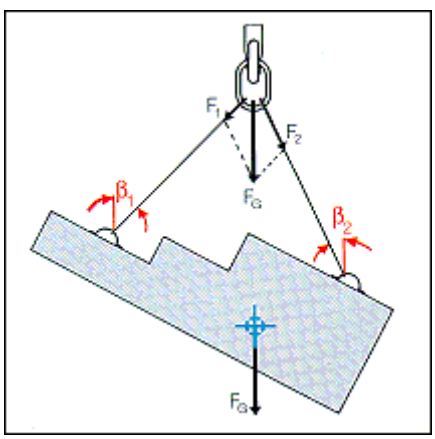


Abb. 216: Anschlagen einer Last mit außermittigem Schwerpunkt

Hierbei muß die Tragfähigkeit der Anschlagmittel immer nach dem Tabellenwert "Neigungswinkel 45° bis 60°" bestimmt werden. Um das Überlasten des höher beanspruchten Seilstranges zu verhindern, darf nur die Tragfähigkeit **eines direkten Stranges** zugrunde gelegt werden. Hiervon darf abgewichen werden, wenn die Beanspruchung eines jeden einzelnen Stranges nachgewiesen wird.

Wird eine starre Last mit einem drei- oder viersträngigen Anschlagmittel angeschlagen, so verteilt sich die Last nicht gleichmäßig auf alle Stränge (Abb. 217).

Abb. 217: Ungleichmäßige Seilbelastung; nur zwei Stränge gelten als tragend

Daher dürfen grundsätzlich nur **zwei Stränge als tragend** angenommen werden. Nur wenn durch technische Maßnahmen (z.B. Ausgleichswippe, Abb. 218) oder durch einen Nachweis (z.B. Berechnung, Versuch) sichergestellt ist, daß sich die Last gleichmäßig auf die einzelnen Stränge verteilt, dürfen max. drei Stränge als tragend angenommen werden.

Abb. 218: Starre Last, angeschlagen mit Ausgleichswippe

Grundregeln für sicheres Anschlagen

- Anschlagmittel nicht über ihre Tragfähigkeit hinaus belasten
- Im Schnürgang die Trägfähigkeit auf 80 % reduzieren
- Neigungswinkel dürfen max. 60° betragen
- Beim Anschlagen mit drei vier Strängen dürfen nur **zwei** Stränge als tragend angenommen werden.

Sicher Anschlagen

Lasten müssen sicher angeschlagen werden, um ein Herabfallen der Last bzw. ein versehentliches Aushängen der Last zu verhindern.

Eine ausreichende Sicherung der Last allein durch die Anschlagmittel ist nicht immer möglich. Beim Heben von Plattformen (Paletten) mit gestapelten Gütern müssen zusätzliche Sicherungen verwendet werden, damit Einzelteile nicht herabfallen können. Eine Einzellast jedoch, die mit einer Plattform fest verbunden ist, benötigt keine zusätzliche Sicherung gegen Herabfallen.

Folgende Regeln müssen beachtet werden:

- Lasten dürfen nicht durch Einhaken unter die Umschnürung angeschlagen werden (Abb. 219). Die Umschnürung ist nur zum Zusammenhalten der Last vorgesehen und nicht als Anschlagmittel ausgelegt. Daher ist das Anschlagen des Lasthakens am Rödeldraht, der z.B. Baustahlmatten zusammenhält, nicht zulässig.

Abb. 219: Verboten – Rödeldraht als Anschlagmittel

Ausnahme: Um die Anschlagmittel unter der Last hindurchzuführen, darf durch Einhaken unter die Umschnürung die Ladeeinheit angelüftet werden.

- **Die Anschlagart "umgelegt" (Hängegang) ist verboten, denn die Last liegt lediglich in den Anschlagmitteln** (Abb. 220).

Abb. 220: Verbotener Hängegang

Ausnahmen: Bei einer großstückigen, starren Last ist der Hängegang zulässig, wenn ein Zusammenrutschen der Anschlagmittel verhindert ist und sich die Last nicht verbiegen und verlagern kann.

Lange, stabförmige Lasten, dürfen ebenfalls im Hängegang angeschlagen werden, wenn das Schrägstellen der Last, das Verrutschen der Anschlagmittel und das Herausschießen der Last (oder Teilen davon) verhindert ist.

Diese Bedingungen können z.B. mit einer geeigneten Traverse erfüllt werden.

- Anschlagmittel dürfen nur so in den Kranhaken eingehängt werden, daß eine ungewollte Verlagerung der Anschlagmittel verhindert ist. Das Verwenden **eines** durch den Kranhaken hindurchgeführten Anschlagmittels (Abb. 221) anstelle von zwei einzelnen Strängen ist nicht zulässig, da die Last zu einer Seite wegkippen kann (z.B. beim Hängenbleiben an Hindernissen oder Aufsetzen).

Abb. 221: Gefahr des Kippens bei lose über den Kranhaken gelegtem Seil

Ausnahmen: Es wird ein sog. "Ausgleicher" verwendet, der in den Kranhaken eingehängt wird. Nachdem eine asymmetrische Last in die Waage gebracht worden ist, wird das Anschlagmittel im Ausgleicher gegen Durchrutschen gesichert (Abb. 222).

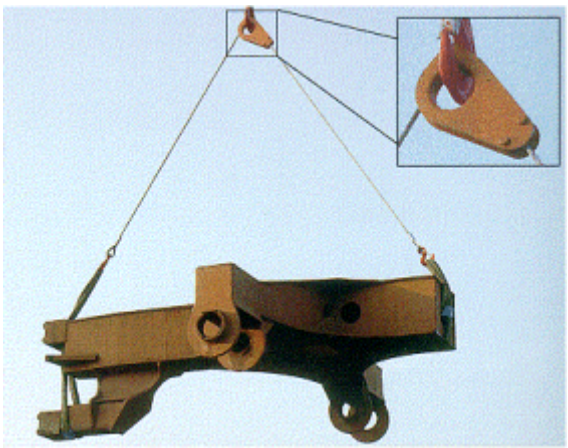


Abb. 222: Ausgleichsgehänge mit Seil-Blockiervorrichtung

Das Durchlegen eines Anschlagmittels durch den Kranhaken ist zulässig, wenn die Enden des Anschlagmittels an der Last in einem Punkt zusammengeführt werden.

- Lange schlanke Güter, wie Rohre, Bohlen, Maste, dürfen nicht mit einer Einzelschlinge angeschlagen werden (Abb. 223). Ausgenommen ist das außermittige Anschlagen z.B. eines Mastes, um diesen aufzurichten.

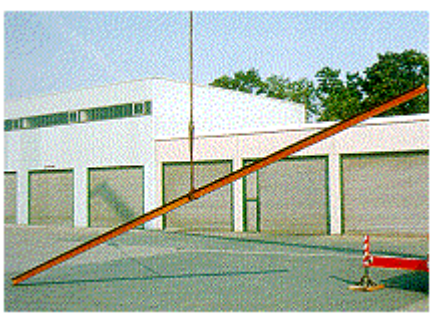


Abb. 223: Verboten – Anschlagen mit Einzelschlinge bei langen, schlanken Gütern

- Werden beim Anschlagen mit einem mehrsträngigen Anschlagmittel (z.B. Hakenkette) die einzelnen Stränge um die Last geführt und ihre Haken in das große Aufhängeglied eingehängt, darf die zulässige Belastung nur dann mit dem Faktor 2 multipliziert werden, **wenn das Aufhängeglied dafür bemessen ist**.
- Der Lasthaken des Fahrzeugkranes darf nicht unmittelbar in die Last eingehängt werden. Dies ist jedoch zulässig, wenn ein speziell hierfür angebrachter Anschlagpunkt vorhanden ist.
- Die zulässige Belastung von Kranhaken gilt für eine Belastung im senkrechten Strang (in Hakenlängsrichtung) und darüber hinaus beim Anschlagen mit Neigungswinkeln bis 45°.

- Soll durch eine Seilschlaufe ein Bolzen oder Haken gesteckt werden, dürfen Bolzendurchmesser bzw. Hakenbreite max. 1/3 h betragen (Abb. 224).

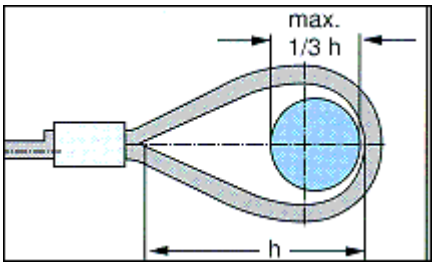


Abb. 224: Bolzendurchmesser und Seilschlaufe müssen zueinander passen

- Seile und Ketten dürfen nicht durch Umschlingen des Lasthakens gekürzt werden (Abb. 225). Lediglich Rundschlingen (Hebebänder aus endlos gelegten Chemiefasern) dürfen in dieser Art gekürzt werden, sofern sich die Windungen der Rundschlinge nicht überschneiden.

Abb. 225: Verbotenes Kürzen des Anschlagmittels

- Behälter dürfen nicht über den Rand hinaus beladen werden.
- Lasten, auf denen lose Einzelteile liegen, dürfen nicht gehoben werden (Abb. 226).

Abb. 226: Unzulässiges Heben loser Teile auf der Last

- Lasthaken an Anschlagmitteln dürfen nicht auf der Spitze belastet werden.
- Im Baubetrieb dürfen Lasthaken ohne Hakensicherung bei Kranen und Lastaufnahmeeinrichtungen nicht eingesetzt werden (Abb. 227).

Abb. 227: Lasthakensicherung fehlt und Kausche beschädigt

- Beim Anschlagen mit Klemmen oder Zangen darf der darauf angegebene Greifbereich, in dem die Last sicher gehalten werden kann, weder über- noch unterschritten werden.
- Lasten mit besonderer Gefährdung, z.B. Gasflaschen, dürfen nur in geeigneten Ladekästen oder Transportgestellen angeschlagen und gehoben werden.
- Wird ein Anschlagmittel an der Last mittels Ringschraube nach DIN 580 oder Ringmutter nach DIN 582 angeschlagen, muß zunächst geklärt werden, ob die Ringschraube (-Mutter)
  - einen Anschlagpunkt

  oder
  - nur eine Transporthilfe für ein bestimmtes Bauteil (z.B. Elektromotor) darstellt.

  Grundsätzlich sind derartige Anschlagpunkte so ausgelegt, daß sie bestimmungsgemäß nur senkrecht beansprucht werden dürfen. Weiterhin muß die Ringschraube (-Mutter) satt auf der Auflagefläche angezogen sein. Ein Anschlagen mit Neigungswinkeln bis 45° (Abb. 228) ist zulässig, wenn
  - die Zugrichtung in der Ringebene liegt

  und
  - für die Ringschraube (-Mutter) reduzierte Tragfähigkeiten gemäß DIN 580 bzw. DIN 582 berücksichtigt werden.

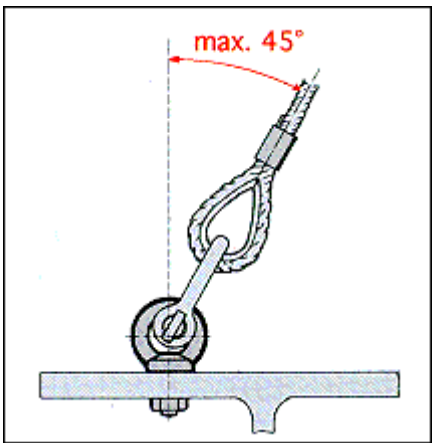


Abb. 228: Anschlagen an Ringschrauben

Dagegen können Anschlagpunkte, die mittels Gleitlager (Abb. 229) oder Kugellager (Abb. 230) drehbar sind, sich in Strangrichtung stellen. Diese Anschlagpunkte sind nicht genormt. Die Anweisungen der Hersteller hinsichtlich Einbau und zulässiger Belastung sind zu beachten.

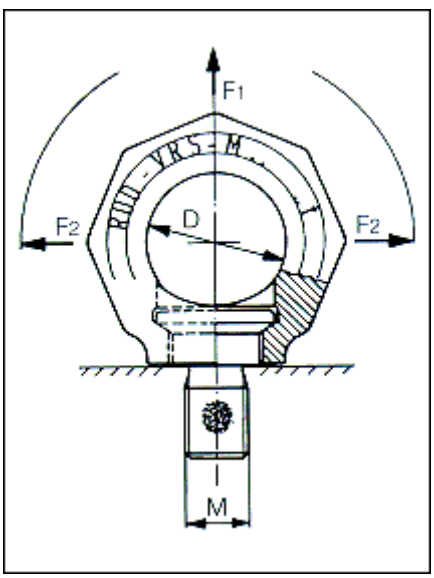


Abb. 229: Drehbarer Anschlagpunkt

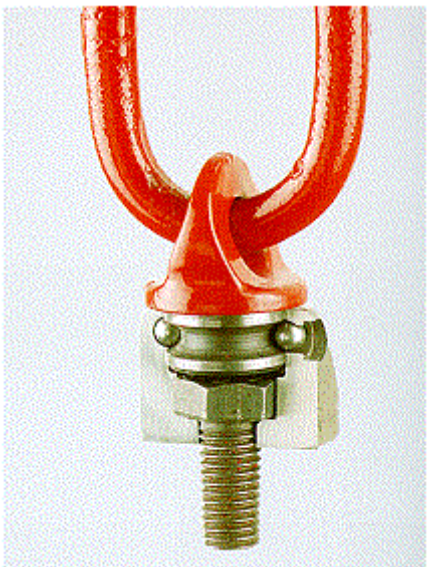


Abb. 230: Schnitt durch kugelgelagerten, drehbaren Anschlagpunkt

Anschlagen von Betonfertigteilen

Für den Einbau von Betonfertigteilen auf Baustellen werden häufig Fahrzeugkrane verwendet. Beim Anschlagen dieser relativ großen und schweren Lasten sind einige Besonderheiten zu beachten (Abb. 231).

Abb. 231: Absturz eines Betonfertigteils

Beim Einbau von Betonfertigteilen handelt es sich um eine Montagearbeit. Gemäß § 17 UVV "Bauarbeiten" (VBG 37) muß daher eine **schriftliche Montageanweisung an der Baustelle vorliegen**, die alle erforderlichen sicherheitstechnischen Anforderungen enthält. Das sind z.B. Angaben über

– die Gewichte der Betonfertigtelle,
– die Anschlagpunkte der Teile,
– das Anschlagen der Teile am Fahrzeugkran

  sowie

– die Tragfähigkeit des einzusetzenden Fahrzeugkranes.

Bereits bei der Herstellung werden Anschlagpunkte im Betonfertigteil auf Dauer verankert. Diese sog. Transportanker sind z.B. einbetonierte und z. T. auch mit der Bewehrung des Betonfertigteiles verbundene Seilschlaufen oder Stahlanker. Auf dem Markt sind auch Transportanker, die nur mit speziellen Lastaufnahmemitteln angeschlagen werden können. Solche Transportankersysteme sind z.B. Gewindehülsen mit einschraubbaren Seilschlaufen oder besondere Kupplungssysteme (Abb. 232). Transportankersysteme müssen durch ihre Bauart sicherstellen, daß nur eine bestimmungsgemäße Zuordnung möglich ist.

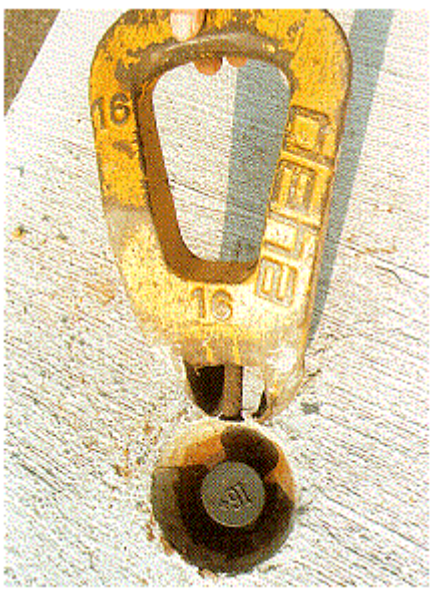


Abb. 232: deha-Kupplungssystem

Hinsichtlich des Anschlagens von Lasten mit Hilfe von Transportankern bzw. Transportankersystemen ist zu beachten:

– Die Einbau- und Verwendungsanleitung des Transportanker-Herstellers muß an der Montagebaustelle der Betonfertigteile vorhanden sein.
– Zum Anschlagen darf nur das auf Grund seiner Bauart zum Anker gehörige Lastaufnahmemittel verwendet werden; so darf z.B. zu einem deha-Anker nur ein deha-Kugelkopf verwendet werden.

– Die Tragfähigkeit des Transportankers (bzw. -Systems) muß mindestens der auftretenden Zugkraft entsprechen. Die Zugkraft setzt sich insbesondere zusammen aus

  - dem Gewicht des Betonfertigteils,
  - den Stoßzuschlägen und
  - der Größe der Neigungswinkel.

  Wird nicht mit einer Traverse und senkrechten Strängen angeschlagen (Abb. 233), erhöhen sich mit zunehmenden Neigungswinkeln nicht nur die Zugkräfte in den Anschlagmitteln, sondern auch die auf die Anker wirkenden Kräfte. Diese können wie folgt berechnet werden:

  Bei Neigungswinkeln

  bis 45° **1,4** x Lastgewicht

  über 45° bis 60° **2** x Lastgewicht

Abb. 233: Anschlagen mit Neigungswinkeln

– Schraubteile, z.B. an Seilschlaufen, müssen bis zum Anschlag eingedreht werden (Abb. 234). Anschließend dürfen sie max. 1 Umdrehung zurück in die gewünschte Stellung gedreht werden.

Abb. 234: Anschlagen mit eingeschraubten Stahldrahtseilschlaufen

– Fehlerhaft eingebaute oder bereits beschädigte Transportanker (z.B. durch Gewindeabnutzung, Korrosion, sichtbare Verformungen) dürfen nicht zum Anschlagen benutzt werden.
– Transportanker, die aus einbetonierten Stahldrahtseilschlaufen bestehen, sind für den wiederholten Einsatz (z.B. Kranballast) nicht zulässig.

Schutz vor Schäden

Um Schäden an den Anschlagmitteln zu vermeiden, die diese sofort unbrauchbar machen, dürfen **Seile, Ketten, Hebebänder und Rundschlingen**

– **nicht geknotet** (Abb. 235, 236) und
– **nicht um scharfe Kanten gespannt oder gezogen** werden.

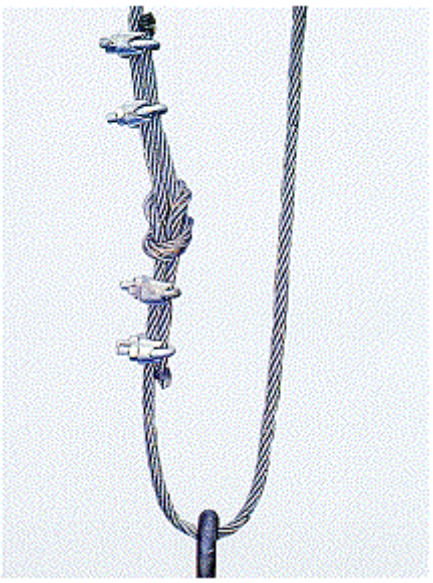


Abb. 235: Unzulässiges Knoten von Seilen

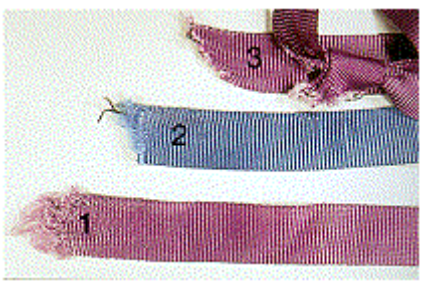


Abb. 236: Hebebandriß
1 durch Überlastung
2 nach Einschnitt in die Webkante (Bruchkraft auf bis zu 50 % reduziert)
3 durch Knoten (Bruchkraft auf bis zu 30 % reduziert)

Eine Kante an der Last ist scharf, wenn der Kantenradius **kleiner** als der Seildurchmesser ist (Abb. 237). Für ein Drahtseil mit 16 mm Durchmesser stellt ein 5-Mark-Stück bereits eine scharfe Kante dar. In der Praxis ist die scharfe Kante der eigentliche "Seilmörder". Die scharfe Kante führt zu bleibenden Seilschäden. Durch das Knicken an der scharfen Kante wird die Tragfähigkeit auf bis zu 50 % reduziert; das Seil ist ablegereif.

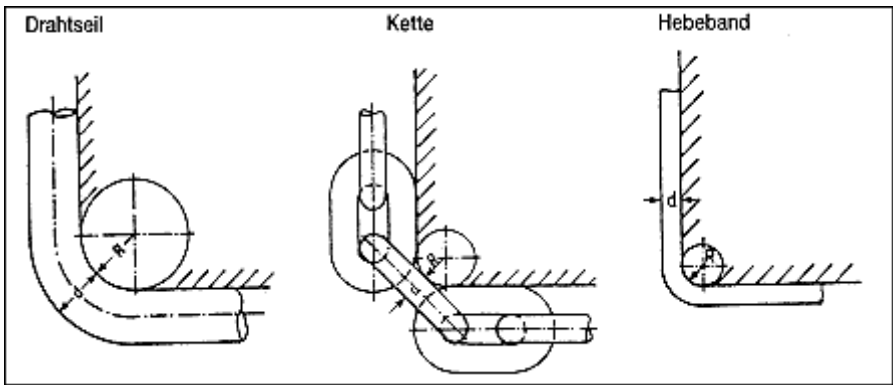


Abb. 237: Scharfe Kante, wenn R kleiner d ist

Versuche über den Einfluß von Seilkrümmungen auf die Belastbarkeit von Seilen haben ergeben, daß erst bei einem Krümmungsdurchmesser, der dem sechsfachen Seildurchmesser entspricht, die Tragfähigkeit des Seiles nicht gemindert wird (Abb. 238). Dies ist besonders wichtig, wenn Anschlagseile unter Verwendung von Schäkeln an Lasten angeschlagen werden. Beim Anschlagen im Schwerlastbereich mit einem Seildurchmesser $>$ 60 mm muß das Verhältnis Kantendurchmesser der Last zu Seildurchmesser mindestens 4 betragen (bei Seilen mit Fasereinlage $>$ 4).

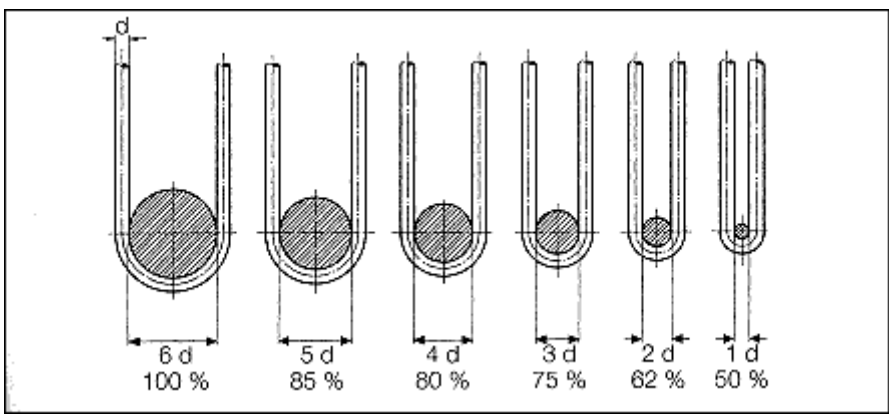


Abb. 238: Einfluß des Krümmungsdurchmessers auf die Tragfähigkeit des Seiles

Durch das Verwenden von Seilschonern (Kantenschützern) mit ausreichendem Radius werden Seilschäden und die Gefahr des vorzeitigen Seilbruches vermieden (Abb. 239). Bei ihrer Verwendung sollte bedacht werden, daß die Seilschoner an der Last oder an den Anschlagseilen befestigt werden müssen, wenn die Gefahr besteht, daß sie nach dem Absetzen der Last auf Personen herabfallen können.

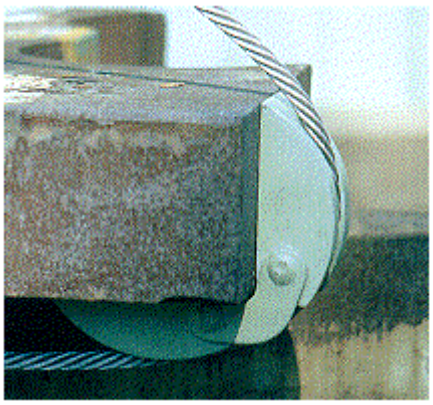


Abb. 239: Seilschoner an einer scharfen Kante

Auch Kettenglieder können an scharfen Kanten verbogen werden. Wird jedoch die Nenndicke der Kette eine Stufe höher gewählt als für die Tragfähigkeit erforderlich, ist aufgrund der Überdimensionierung ein Verbiegen der Kettenglieder nicht zu befürchten. In diesem Fall kann die scharfe Kante keinen Schaden an der Kette anrichten.

Hebebänder können an scharfen Kanten angeschnitten werden. In diesem Fall sind Kantenschützer bzw. Hebebänder mit Schutzschlauch oder aufvulkanisierter, schnittfester Beschichtung zu verwenden.

Die Tragfähigkeit der Anschlagmittel wird vermindert bzw. es kommt zu Schäden an den Anschlagmitteln, wenn folgende Merkregeln nicht beachtet werden:

– Seile nicht durch Verdrehen (sog. Knebeln) spannen
– Seile nicht an Preßklemmen abknicken
– Preßklemmen nicht auf Biegung beanspruchen (Abb. 240)

Abb. 240: Auf Biegung beanspruchte Preßklemme

– Seilschlaufen, Aufhängeringe und andere Aufhängeglieder müssen auf dem Lasthaken frei beweglich sein (Abb. 241)

Abb. 241: Seilschlaufe und Kranhaken passen nicht zueinander

- Lasthaken nicht auf der Spitze belasten, da sie nicht für diese Biegebeanspruchungen ausgelegt sind
- Bei der Anschlagart "Umschlungen" dürfen sich die Windungen des Anschlagmittels nicht kreuzen
- Verdrehte Seile und Ketten ausdrehen (Abb. 242)

Abb. 242: Verdrehte Anschlagseile

- Hebebänder nicht über rauhe Oberflächen ziehen
- Temperatureinsatzbereich der Anschlagmittel beachten (Abb. 243)

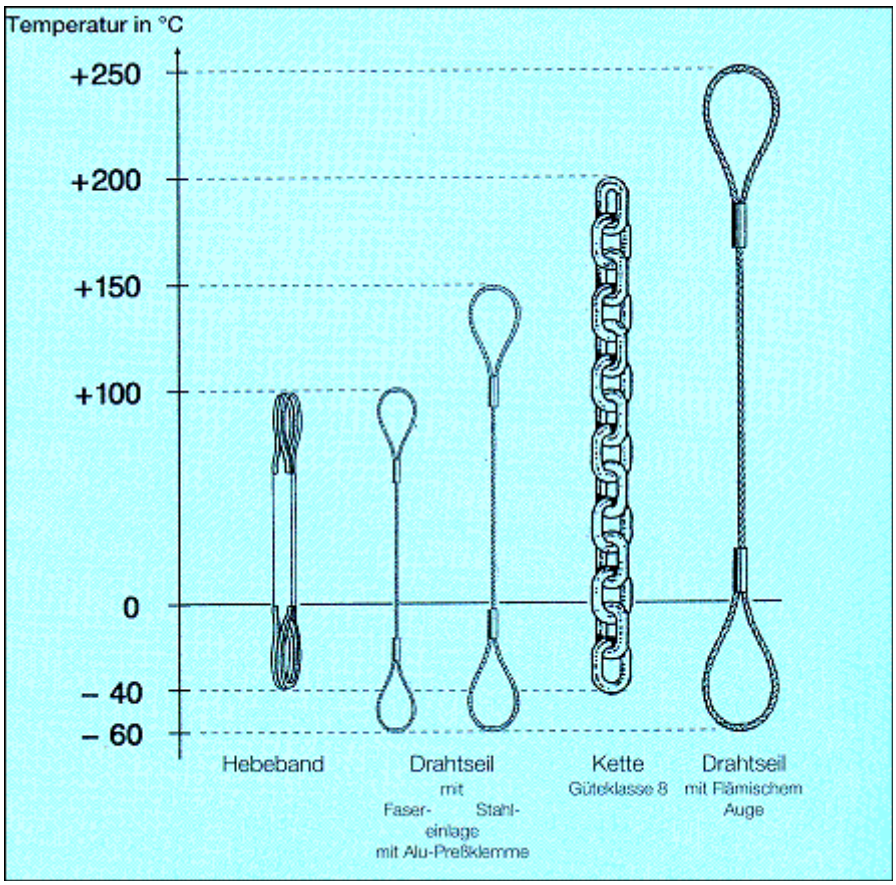


Abb. 243: Temperatur-Einsatzbereich von Anschlagmitteln. Einsatz bei höheren Temperaturen ist teilweise möglich. Die Tragfähigkeit muß dann jedoch reduziert werden.

Lastaufnahmemittel

Lastaufnahmemittel sind in vielfältigen Formen und Ausführungen in der Praxis vorhanden. Sie müssen so bemessen sein, daß sie den bei bestimmungsgemäßer Verwendung auftretenden Beanspruchungen standhalten. Sie sind entsprechend den Bestimmungen der UVV "Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb" zu berechnen, zu fertigen und auszurüsten. Die Bemessung des Lastaufnahmemittels ist ausreichend, wenn bei einer statischen Belastung mit dem zweifachen der zulässigen Belastung keine bleibende Verformung auftritt. Bei einer statischen Belastung mit dem dreifachen der zulässigen Belastung muß die Last noch gehalten werden, auch wenn bleibende Verformungen auftreten.

Abb. 244: Traverseneinsatz beim Tandemlifting

Traverse

Beim Betrieb gleisloser Fahrzeugkrane werden als Lastaufnahmemittel oft Traversen eingesetzt. Der Einsatz von Traversen kann für folgende Arbeiten notwendig sein:

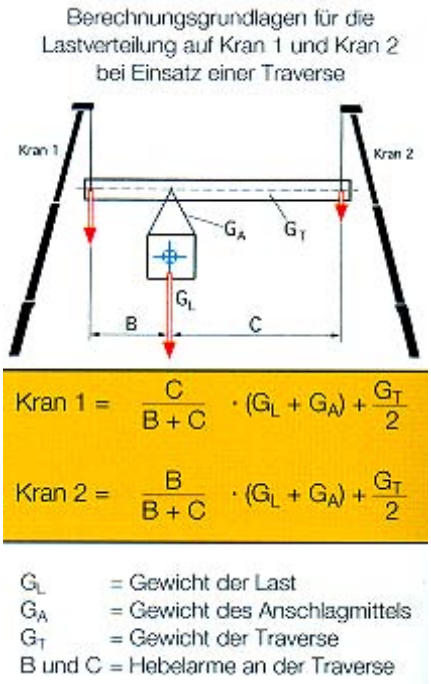
– Zum Transport langer Lasten, bei denen ein Durchbiegen vermieden werden muß (z.B. Langmaterial)

– Beim Heben langer, in sich instabiler Lasten (z.B. Betonfertigteile), die – mit Neigungswinkeln angeschlagen – brechen können

– Wenn geneigte Stränge von Anschlagmitteln vermieden werden müssen

– Wenn nur eine geringe Höhe zwischen Tragmittel und Last zur Verfügung steht

– Beim Einsatz mehrerer Krane zum gemeinsamen Heben einer Last, um die Lastverteilung auf die einzelnen Krane sicherzustellen (Abb. 244). Bei ihrem Einsatz berechnen sich die Belastungsanteile für die beteiligten Krane wie folgt:


Berechnungsgrundlagen für die
Lastverteilung auf Kran 1 und Kran 2
bei Einsatz einer Traverse
Kran 1
Kran 2
G_A
G_T
G_L
B
C
Kran 1 = $\frac{C}{B+C} \cdot (G_L + G_A) + \frac{G_T}{2}$
Kran 2 = $\frac{B}{B+C} \cdot (G_L + G_A) + \frac{G_T}{2}$
G_L = Gewicht der Last
G_A = Gewicht des Anschlagmittels
G_T = Gewicht der Traverse
B und C = Hebelarme an der Traverse

Diese Lastverteilung ist jedoch nur so lange gegeben, wie die Traverse waagerecht hängt. Bei Schrägstellung verschieben sich u. U. die Lastanteile zuungunsten des Kranes, der "höher" gehoben hat. Dies gilt jedoch nicht für eine Traverse, bei der die Anschlagpunkte für die Krane und die Anschlagpunkte für die Last auf einer Linie liegen. Bei Schrägstellung einer solchen Traverse ändert sich die Lastverteilung auf die Krane nicht, da das Verhältnis der Hebelarme bei waagerecht und bei schrägstehender Traverse gleich bleibt. Zu bedenken ist in allen Fällen, daß das Eigengewicht der Traverse von den Kranen mitgehoben werden muß. Bei der Festlegung der zulässigen Belastung der einzelnen Krane ist der jeweilige Anteil des Traverseneigengewichtes für diese Krane **"Last"**.

Traversen müssen mit folgenden Angaben deutlich erkennbar und dauerhaft gekennzeichnet sein (Abb. 245):

– Hersteller oder Lieferer
– Tragfähigkeit
– Eigengewicht
– Baujahr

Abb. 245: Kennzeichnung von Traversen

Bei der Benutzung ist darauf zu achten, daß

– Traversen nicht über ihre höchstzulässige Tragfähigkeit hinaus belastet werden und
– Aufhängeglieder der Traverse auf dem Lasthaken frei beweglich sind.

Klemmen

Zum Transport von Blechen und Profilen werden Klemmen als Lastaufnahmemittel eingesetzt (Abb. 246). Sie müssen mindestens gekennzeichnet sein mit Angaben über:

– Hersteller
– Tragfähigkeit
– Greifbereich
– Baujahr

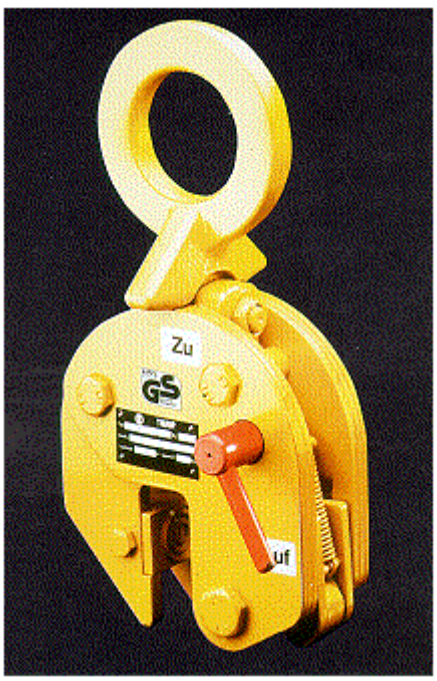


Abb. 246: Klemme

Da bei der Verwendung von Klemmen besondere Regeln einzuhalten sind, muß eine Betriebsanleitung vorhanden bzw. möglichst an der Klemme angebracht sein. Zum Transport senkrecht hängender Blechtafeln müssen Klemmen, die sich unter Last schließen, eine Verriegelung haben. Diese soll verhindern, daß sich die Klemme bei Entlastung von der Last löst. Beim Einsatz von Klemmen ist zu beachten:

– Klemmen sind nur zum Halten von **einem** Blech geeignet
– Klemmen nur paarweise verwenden
– Greifbereich der Klemme berücksichtigen
– Verriegelung vor dem Heben schließen

S-Haken

S-Haken sind Lastaufnahmemittel. Da S-Haken nicht genormt sind, gibt es unterschiedliche Bauarten. Gekennzeichnet sind S-Haken mit Angaben über:

– Hersteller

– Tragfähigkeit

Sie können z.B. als Verbindungselement zum Verlängern von Rundschlingen verwendet werden und wie Lasthaken zwischen Anschlagmittel und Last.

Sicherheitstechnisch gesehen ist der Einsatz von S-Haken beim Betrieb von Fahrzeugkranen bedenklich. Das unbeabsichtigte Aushängen der Last oder der Anschlagmittel ist nicht sicher verhindert (Abb. 247). S-Haken haben keine Sicherungsklappe. Anstelle von S-Haken sollten besser Schäkel verwendet werden.

Abb. 247: Einsatz von S-Haken bedenklich

Anschlagen von Containern

Mit Fahrzeugkranen werden auch Container verladen bzw. aufgestellt. Häufig wird mit vier Strängen an den oberen Eckbeschlägen des Containers mit Neigungswinkeln angeschlagen. Diese Form des Anschlagens von Containern ist sicherheitstechnisch nicht in allen Fällen zulässig. Wird an den oberen Eckbeschlägen angeschlagen, muß die Hubkraft lotrecht eingeleitet werden, da die Containerdächer konstruktionsbedingt keine waagerechten Druckkräfte aufnehmen können. Gemäß ISO 3874 "ISO-Container der Reihe 1; Handhabung und Befestigung" gilt für geschlossene 20 Fuß-, 30 Fuß- und 40 Fuß-Standard-Container:
In beladenem Zustand darf nicht mit Neigungswinkeln an den oberen Eckbeschlägen angeschlagen werden (Abb. 248). Dies gilt nicht für leere Container. Ist dem Kranführer unbekannt, ob ein Container leer oder beladen ist, muß er ihn hinsichtlich des Anschlagens wie einen beladenen Container behandeln.

Abb. 248: Beladener Container unzulässig mit Neigungswinkeln angeschlagen

Beladene Container können angeschlagen werden mittels:

– Rahmentraverse, wobei die Abmessungen des Rahmens den Außenmaßen des Containers entsprechen
– Stabtraverse, von deren Enden je zwei Seile zu den unteren Eckbeschlägen des Containers führen (Abb. 249). Der Containerboden hält den beim Anschlagen mit Neigungswinkeln auftretenden Druckkräften stand

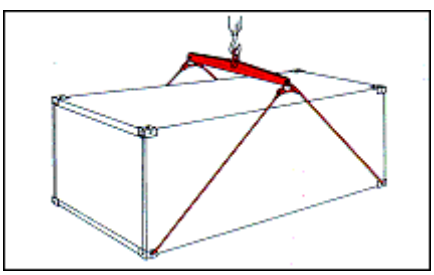


Abb. 249: Stabtraverse zum Anschlagen von Containern mit mittigem Schwerpunkt

– Taklergeschirr bei außermittiger Lastverteilung innerhalb des Containers.

Lastplattformen

Lastplattformen sind Lastaufnahmemittel. Sie werden mit Hilfe eines Fahrzeugkranes vor Gebäudeöffnungen gehoben, um Lasten in das Gebäude hinein- bzw. herauszubefördern.

Für diese Arbeiten ist eine gute Planung erforderlich. Dies gilt insbesondere für das Beladen einer Plattform beim Herausbringen von Lasten aus dem Gebäude. Die Plattform wird beladen, während sie bereits im Kran hängt. Aus verschiedenen Gründen kann sich dabei die Plattform neigen. Dies kann wiederum zum Wegrollen der auf der Plattform befindlichen Last und ggf. zum Absturz der Last führen.

Aus Abb. 250 geht hervor, daß beim Beladen einer Plattform in angehobenem Zustand ein

– stabiler Bereich (schraffiertes Dreieck A-B-M)

  und ein

– instabiler Bereich (restliche weiße Fläche) vorhanden ist.

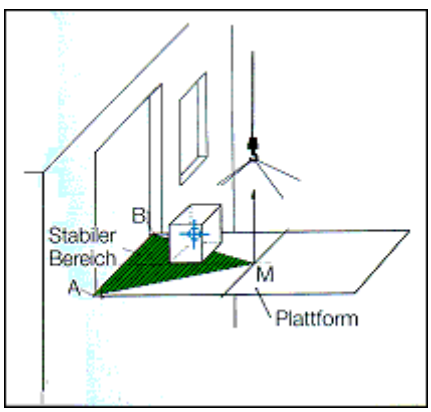


Abb. 250: Lastverteilung auf der Plattform A – B Gebäudeauflager

Solange sich der Schwerpunkt der Last innerhalb oder über der schraffierten Fläche befindet, ist die Plattform im Gleichgewicht. Wird die Last jedoch z.B. seitlich verschoben, so daß der Schwerpunkt über die schraffierte Fläche hinausgerät, kann die Plattform um die Achse B-M kippen. Diese Kippbewegung kann vom Kranführer nicht ausgeglichen werden. Gerät der Schwerpunkt einer Last über den Punkt M hinaus, neigt sich die Plattform (Abb. 251).

Abb. 251: Unfall infolge Lastverlagerung beim Einsatz einer Lastplattform

Beim Aufbringen der Last wirken horizontale Kräfte auf die Plattform, die diese vom Gebäude wegbewegen. Die Schubkräfte müssen z.B. durch geeignete Halteseile aufgefangen werden (Abb. 252). Je weiter die Last Richtung M bewegt wird, desto mehr Gewichtsanteile der Last muß der Fahrzeugkran übernehmen. Liegt der Lastschwerpunkt bei M, übernimmt der Kran 100 % des Lastgewichts. Unter der zusätzlichen Belastung senkt sich der Kranhaken aufgrund der Durchbiegung des Auslegers. Die daraus folgende Neigung der Plattform kann vom Kranführer ausgeglichen werden.

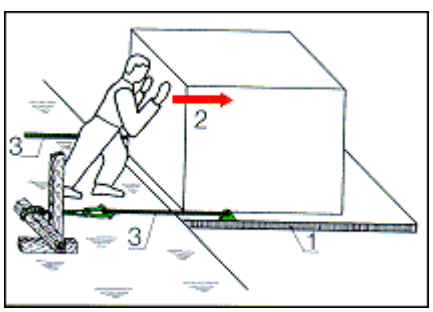


Abb. 252: Schubkräfte beim Beladen
1 Plattform
2 Schubkraft
3 Rückhalteseile

Der Wahl der Anschlagmittel kommt hinsichtlich ihrer Länge besondere Bedeutung zu. Abb. 253 verdeutlicht das. Eine Last, deren Schwerpunkt 0,4 m über ihrer Aufstandsfläche liegt, wird auf einer 3 m langen Plattform 0,5 m über den Mittelpunkt derselben hinausbewegt; die Plattform neigt sich um so stärker, je kürzer die Anschlagmittel sind.

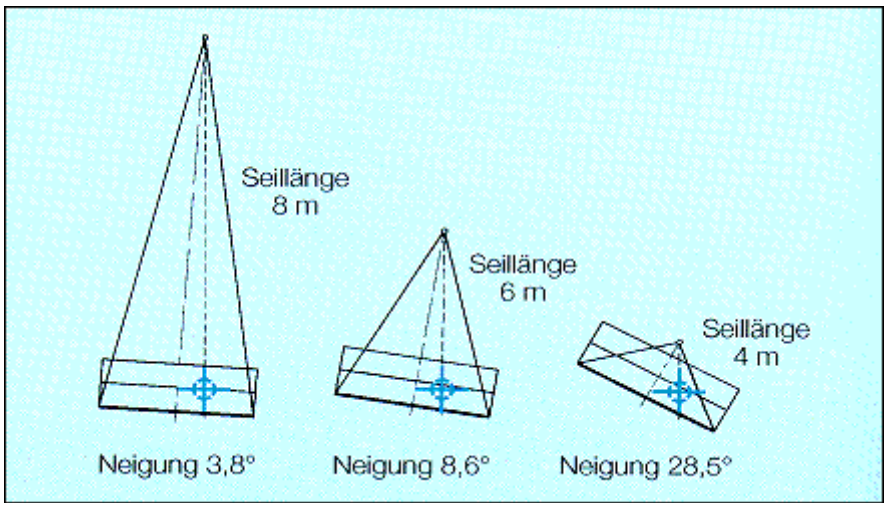


Abb. 253: Einfluß der Seillänge auf die Neigung der Plattform

Ist die Last großvolumig, kann das Durchgangsprofil beim Verwenden eines Seilgehänges als Anschlagmittel nicht ausreichen. Dann werden z.B. Spreizrahmen oder Traversen benutzt. Eine stabförmige Traverse darf jedoch nur **quer zur Längsrichtung** der Plattform eingesetzt werden. Wird sie in Längsrichtung der Plattform angeschlagen, kommt es bei falscher Lastpositionierung (z.B. außerhalb des Schwerpunktes der Plattform) zu großen Neigungen. Es besteht die Gefahr, daß die Last ins Rutschen kommt und abstürzt.

Beim Anschlagen von Plattformen ist zu berücksichtigen:

– Die Anschlagmittel sind so lang wie möglich zu wählen.
– Das Auflager der Plattform am Gebäude ist so breit wie möglich zu wählen.
– Die Plattform ist so am Gebäude zu fixieren, daß sie weder wegpendeln noch in das Gebäude hineingezogen werden kann.
– Zwischen Plattform und Gebäude muß ein sicherer Übergang ohne Absturz- und Quetschgefahr vorhanden sein.
– Der Schwerpunkt der Last muß bekannt sein.
– Der Schwerpunkt der Last ist in der Mittellinie der Plattform zu führen.
– Die Last ist auf der Plattform zu verzurren, insbesondere wenn sie sich auf Walzen, Rollen oder Hubwagen befindet.
– Wird die Plattform während des Be- und Entladens von Personen betreten, handelt es sich um eine anzeigepflichtige Personenbeförderung im Sinne der UVV "Krane".
– Der Gefahrbereich unter der angehobenen Plattform ist zu sperren.

Prüfung von Lastaufnahmeeinrichtungen

Übermäßiger Verschleiß oder Beschädigung von Seilen, Anschlagketten, Hebebändern und Lastaufnahmemitteln bedeuten Unfallgefahr. Sie sind deshalb in regelmäßigen Abständen während der Benutzung zu prüfen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Lastaufnahmeeinrichtungen; Prüfungen nach §§ 37, 38, 40 und 41 VBG 9a

Art der Prüfung	Art der Lastaufnahme-einrichtung	Prüffristen	Prüfer	Prüfart
Prüfung vor der ersten Inbetrieb-nahme	Lastaufnahme-mittel	**vor** Inbetrieb-nahme	Sachkundiger	Sicht- und Funktions-prüfung
wieder-kehrende Prüfungen	alle	mindestens einmal jährlich		
	zusätzlich bei – Rundstahl-Anschlag-Ketten – Hebebänder mit aufvul-kanisierter Umhüllung	mindestens alle 3 Jahre		physikalisch technisch: Prüfung auf Rißfreiheit Prüfung auf Drahtbrüche und Korrosion
Beobachtung auf augen-fällige Mängel	alle	ständig während des Gebrauchs	Anschläger / Kranführer	Sichtprüfung
außerordent-liche Prüfung	alle	nach: – Schadens-fällen – besonderen Vorkomm-nissen – Instand-setzung	Sachkundiger	auf den Einzelfall bezogen

Prüfung von Seilen

Für die Prüfung von Stahldrahtseilen finden sich in Abhängigkeit vom Verwendungszweck Festlegungen in verschiedenen technischen Regelwerken. Zu beachten sind für

- **Seile in Lastaufnahmeeinrichtungen:**

  UVV "Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb" (VBG 9a)

- Anschlagseile:

  UVV "Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb" und zusätzlich DIN 3088 "Anschlagseile im Hebezeugbetrieb"

- Seile in Seiltrieben (Hub- und Einziehwerkseile):

  DIN 15020 Teil 2 "Grundsätze für Seiltriebe; Überwachung im Gebrauch"

- Nacken- und Abspannseile:

  sinngemäß DIN 15020 Teil 2

Seile müssen durch einen Sachkundigen mindestens einmal jährlich einer Prüfung unterzogen werden.

Darüber hinaus sind Drahthebebänder, die eine aufvulkanisierte Umhüllung besitzen, mindestens alle drei Jahre einer besonderen Prüfung auf Drahtbrüche und Korrosion zu unterziehen.

Dabei handelt es sich um eine zerstörende Prüfung, denn die aufvulkanisierte Umhüllung muß vollständig entfernt werden. Schon bei geringer Beschädigung der Umhüllung kann infolge eingedrungener Feuchtigkeit an den Drähten Korrosion auftreten. Selbst durchsichtige Umhüllungen sind nach kurzem Gebrauch des Anschlagmittels blind, so daß evtl. vorhandene Drahtbrüche nicht mehr erkannt werden können. Über diese besondere Prüfung muß ein Nachweis geführt werden.

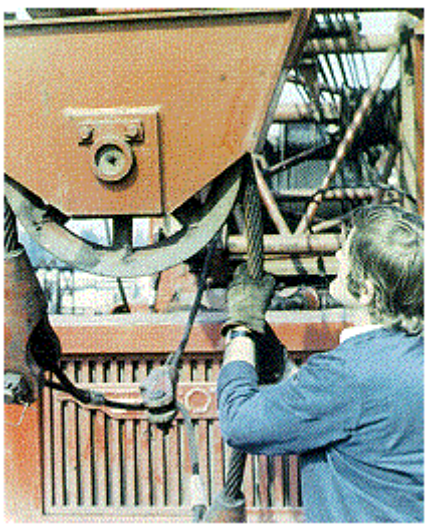


Abb. 254: Prüfung von Seilen auch an verdeckten Stellen

Drahtseile sind in ihrer gesamten Länge, auch an ihren Befestigungen, zu überprüfen (Abb. 254). Seile, die z.B. auf Ausgleichsrollen aufliegen und nur geringe Ausgleichsbewegungen ausführen, sind an diesen Stellen besonders zu beobachten.

Mit Rücksicht auf die Sicherheit im Hebezeugbetrieb müssen Drahtseile rechtzeitig abgelegt werden. Dies hat zu geschehen, wenn folgende Schäden festgestellt werden:

– Bruch einer Litze (Abb. 255)

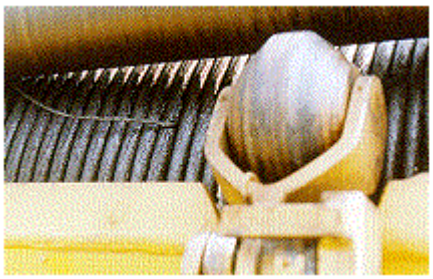


Abb. 255: Hubseil mit Litzenbruch

- Verringerung des Seildurchmessers um mehr als 10 % auf längeren Strecken
- Korrosion
- Abrieb (Seildurchmesser um mehr als 10 % vermindert)
- Quetschungen (Abb. 256)

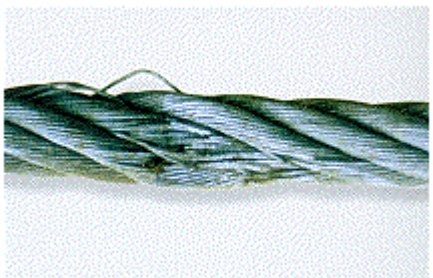


Abb. 256: Seilquetschung

- Schlaufenbildung
- Knicke und Kinken (Klanken) (Abb. 257)

Abb. 257: Seilschlinge, die beim Weiterziehen zur Klanke führt

– Korbbildung (Abb. 258)

Abb. 258: Korbbildung

– Hitzeeinwirkung, z.B. Beschädigungen nach Berühren von spannungsführenden Leitungen
– Drahtbrüche in großer Zahl (Abb. 259)

Abb. 259: Drahtbruchnest

Drahtbrüche in großer Zahl führen dann zur Ablegereife von Seilen, wenn die Anzahl sichtbarer Drahtbrüche (Abb. 260)

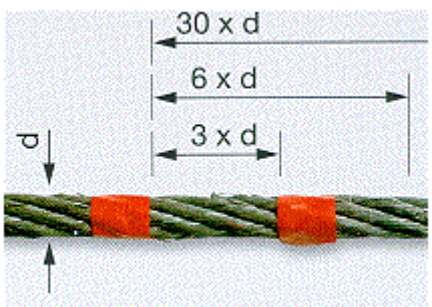


Abb. 260: Auszählen der Drahtbrüche auf einer markierten Strecke des Anschlagseils

– für Hub- und Einziehwerkseile die Tabellenwerte nach DIN 15020 Teil 2 (vgl. Anhang) an **irgendeiner Stelle** des Seiles auf einer definierten Länge erreicht oder überschreitet
– für Anschlagseile die Tabellenwerte nach DIN 3088 **an der Stelle mit den meisten Drahtbrüchen** eine der drei in Tab. 17 genannten Werte erreicht oder überschreitet.

Tabelle 17: Ablegereife von Anschlagseilen

Seilart	Anzahl sichtbarer Drahtbrüche auf einer Länge von		
	3 d	6 d	30 d
Litzenseil	4	6	16
Kabelschlagseil	10	15	40

Werden ablegereife Seile, die zur Krankonstruktion gehören, gegen neue Seile ausgetauscht, ist darauf zu achten, daß die neuen Seile hinsichtlich Festigkeit, Durchmesser, Konstruktion, Mach- und Schlagart mit den Angaben im Kranprüfbuch übereinstimmen. Das Auflegen neuer Seile ist im Kranprüfbuch, Beiblatt "Tragmittel", zu dokumentieren.

Prüfung von Anschlagketten

Anschlagketten sind durch einen Sachkundigen mindestens einmal jährlich zu prüfen; ein schriftlicher Nachweis ist nicht erforderlich. Zusätzlich müssen Rundstahlketten alle drei Jahre einer besonderen Prüfung auf Rißfreiheit (z.B. durch den Hersteller) unterzogen werden. Diese Prüfung muß in der Kettenkartei-Karte dokumentiert werden.

Rundstahlketten sind bei Feststellung folgender Mängel ablegereif:

– Bruch eines Kettengliedes
– Anrisse oder Korrosionsnarben
– Verformung eines Kettengliedes
– Abnahme der gemittelten Glieddicke an irgendeiner Stelle um mehr als 10 % der Nenndicke.

  Dazu wird die Glieddicke im gleichen Querschnitt zweimal gemessen (jeweils um 90° versetzt) und addiert; teilt man diese Summe durch 2, ergibt sich die gemittelte Glieddicke (Abb. 261).

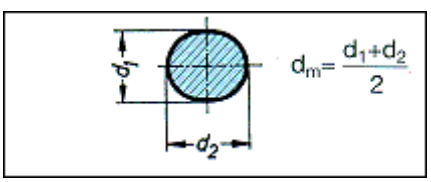


Abb. 261: Gemittelte Glieddicke

– Längungen des äußeren Nennmaßes um mehr als 3 %

Prüfung von Hebebändern

Hebebänder sind mindestens einmal jährlich durch einen Sachkundigen zu prüfen; ein schriftlicher Nachweis der Prüfung ist nicht erforderlich.

Hebebänder sind ablegereif, wenn folgende Mängel festgestellt werden:

– Beschädigung der Webkante bzw. Garnbrüche (Abb. 262)

Abb. 262: Beschädigte Webkante

– Beschädigung der tragenden Nähte
– Verformung durch Wärme
– Beschädigung der Ummantelung (z.B. Loch in Rundschlinge (Abb. 263))

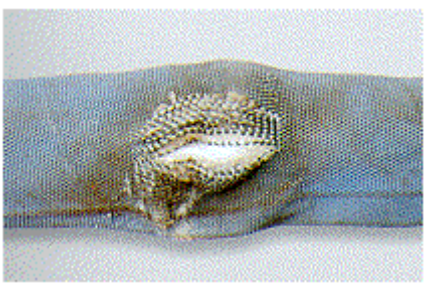


Abb. 263: Ablegereife Rundschlinge

– fehlendes Etikett

Prüfung von Lastaufnahmemitteln

Lastaufnahmemittel müssen vor der ersten Inbetriebnahme durch einen Sachkundigen geprüft und festgestellte Mängel behoben werden. Ein Nachweis über die Prüfung ist nicht notwendig. Prüfhinweise enthält DIN 15429 "Lastaufnahmeeinrichtungen, Überwachung im Gebrauch".

Auch Lastaufnahmemittel sind mindestens einmal jährlich durch einen Sachkundigen zu prüfen; ein Nachweis muß nicht geführt werden.

Beim Auftreten folgender Mängel ist ein Weiterbetrieb nicht zulässig:

– Brüche, Verformungen oder Anrisse
– Beschädigungen bzw. starker Verschleiß
– Korrosionsschäden
– Funktionsstörungen an Sicherheitseinrichtungen

Prüfung von Kranhaken

Vor der Inbetriebnahme sind geschmiedete Lasthaken auf ihre Kennzeichnung nach DIN 15405 Teil 1 zu prüfen. Ferner ist ab Haken-Größe Nr. 6 die Meßstrecke "Y" bei Einfachhaken (bei Doppelhaken die Meßstrecken "Y_1" und "Y_2") am Hakenmaul durch Körnerschlag festzulegen (Abb. 264). Die Meßstrecken sind mit der Schieblehre zu messen (Abb. 265) und in das Kranprüfbuch einzutragen.

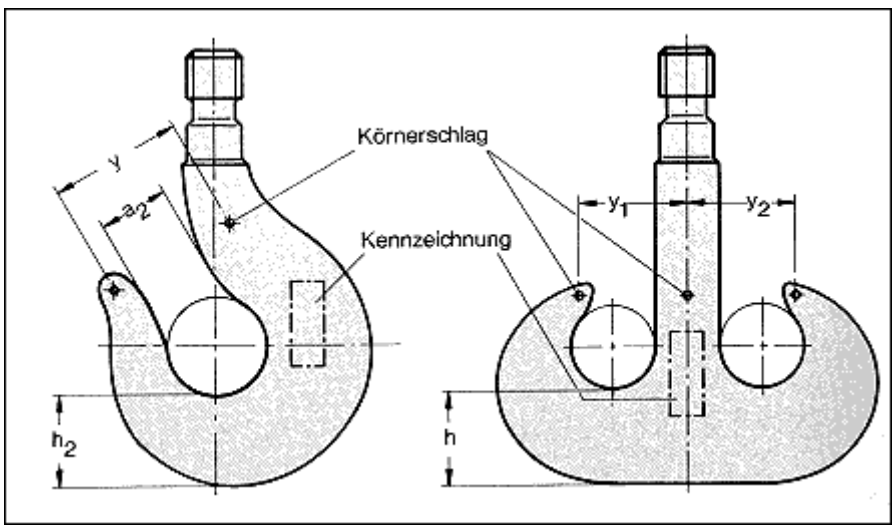


Abb. 264: Meßstrecken am Kranhaken

Abb. 265: Messen des y-Maßes

Der Lasthaken muß bei Feststellung folgender Mängel ersetzt werden:

– Verformungen, z.B. Aufweitung des Hakenmauls um mehr als 10 %
– Oberflächenrisse
– Abnutzung im Hakengrund (Steghöhe "h" bzw. "h_2" um mehr als 5 % reduziert)
– Abnutzung am Lasthakengewinde (Abb. 266) bzw. an der Hakenmutter
– Korrosion

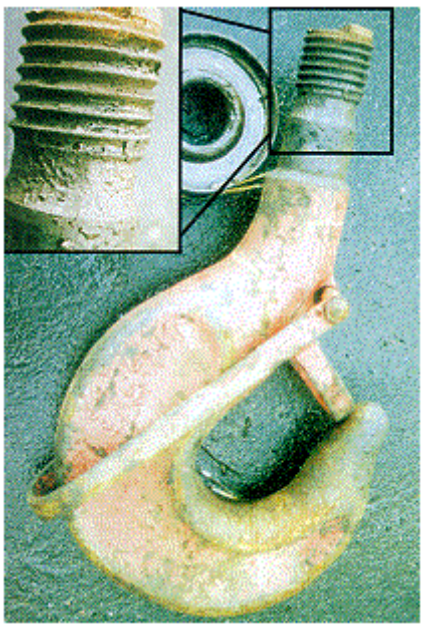


Abb. 266: Abgenutztes Hakengewinde

Lasthaken sind mindestens einmal jährlich durch einen Sachkundigen auf das Vorhandensein o. a. Mängel zu prüfen; die Ergebnisse der Prüfung müssen im Kranprüfbuch (Beiblatt "Tragmittel") dokumentiert werden. Die Beurteilung des Hakengewindes (Anrisse, Verschleiß) wird sich im allgemeinen nur nach Ausbau des Hakens aus dem Hakengeschirr bzw. der Unterflasche feststellen lassen.

Anhang

Vorschriften und Regeln der Technik

Richtlinie des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen (89/392/EWG) vom 14. Juni 1989 **(Maschinenrichtlinie)** in der Fassung der Änderungen durch die Richtlinien:
91/368/EWG vom 20. Juni 1991
93/44/EWG vom 14. Juni 1993
93/68/EWG vom 22. Juli 1993

Richtlinie des Rates über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (89/655/EWG) vom 30. November 1989 **(Arbeitsmittel-Benutzerrichtlinie)**

Neben der Unfallverhütungsvorschrift "Krane" (VBG 9) wird insbesondere auf folgende berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regeln hingewiesen:

- UVV "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (VBG 4)
- UVV "Kraftbetriebene Arbeitsmittel" (VBG 5)
- UVV "Winden, Hub- und Zuggeräte" (VBG 8)
- UVV "Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb" (VBG 9a)
- UVV "Fahrzeuge" (VBG 12)
- UVV "Bauarbeiten" (VBG 37)
- UVV "Lärm" (VBG 121)
- UVV "Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz" (VBG 125)
- "Sicherheitsregeln für Ersatzradunterbringungen an Fahrzeugen" (ZH 1/13)
- "Sicherheitsregeln für Transportanker und -systeme von Betonfertigteilen" (ZH 1/17)
- "Sicherheitsregeln für höhenbewegliche Steuerstände von Kranen" (ZH 1/26)
- "Grundsätze für die Prüfung von Kranen durch den Sachverständigen bzw. Sachkundigen nach der Unfallverhütungsvorschrift "Krane" (VBG 9)" (ZH 1/27)
- "Prüfbuch für den Kran" (ZH 1/29)
- "Sicherheitsregeln für Hydraulikschlauchleitungen" (ZH 1/74)
- "Sicherheitslehrbrief für Anschläger" (ZH 1/103a)
- "Kettenkarteikarte: Montierte Anschlagkette aus Einzelteilen" (ZH 1/232)
- "Kran-Kontrollbuch" (ZH 1/317)
- "Belastungstabellen für Anschlagmittel aus Rundstahlketten, Stahldrahtseilen, Chemiefaserhebebändern, Chemiefaserseilen, Naturfaserseilen" (ZH 1/321)
- "Merkblatt für den Gebrauch von Hebebändern aus synthetischen Fasern (Chemiefaserhebebändern)" (ZH 1/324)
- "Merkblatt für den Gebrauch von Anschlag-Drahtseilen" (ZH 1/325)
- "Merkblatt für den Gebrauch von Anschlag-Faserseilen" (ZH 1/326)

– "Gewichtstabellen für Turmdrehkranführer" (ZH 1/448)
– "Sicherheitsregeln für hochziehbare Personenaufnahmemittel" (ZH 1/461)
– "Richtlinien für Funkfernsteuerungen von Kranen" (ZH 1/547)
– "Regeln für den Einsatz von Fußschutz" (ZH 1/702)
– "Regeln für den Einsatz von Industrieschutzhelmen" (ZH 1/704)
– "Regeln für den Einsatz von Schutzhandschuhen" (ZH 1/706)

Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Str. 449, 50939 Köln

Muster für schriftliche Beauftragung von Kranführern

Betrieb
_____
_____
_____

Schriftliche Beauftragung
von Kranführern ortsveränderlicher Krane
gemäß § 29 UVV „Krane" (VBG 9)

Herr _____ geb.: _____

Wohnort: _____
_____

wird in o.g. Betrieb als Kranführer mit dem selbständigen Führen von Kranen beauftragt.

Die Beauftragung gilt für folgende gleislose Fahrzeugkrane:

Hersteller	Typ
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Er hat seine Befähigung zum Führen der o.g. Krane gegenüber dem Unternehmer nachgewiesen.

Die erforderliche Unterweisung erfolgte durch

O Kranführerlehrgang
O außerbetriebliche Schulung bei _____
O innerbetriebliche Schulung am _____

_____ _____ _____
Datum Unternehmer Kranführer

Beaufortskala und Windgeschwindigkeit

Windstärke		Windgeschwindigkeit		Auswirkungen des Windes	Staudruck
Beau-fortgrad	Bezeich-nung	m/s	km/h	im Binnenland	in daN/m^2
0	still	0 – 0,2	1	Windstille, Rauch steigt gerade empor.	0
1	leiser Zug	0,3 – 1,5	1 – 5	Windrichtung angezeigt nur durch Zug des Rauches, aber nicht durch die Windfahne.	0 – 0,1
2	leichte Brise	1,6 – 3,3	6 – 11	Wind am Gesicht fühlbar, Blätter säuseln, Windfahne bewegt sich.	0,2 – 0,6
3	schwache Brise	3,4 – 5,4	12 – 19	Blätter und dünne Zweige bewegen sich, Wind streckt einen Wimpel.	0,7 – 1,8
4	mäßige Brise	5,5 – 7,9	20 – 28	Hebt Staub und loses Papier, bewegt Zweige und dünnere Äste.	1,9 – 3,9
5	frische Brise	8,0 – 10,7	29 – 38	Kleine Laubbäume beginnen zu schwanken. Schaumköpfe bilden sich auf Seen.	4,0 – 7,2
6	starker Wind	10,8 – 13,8	39 – 49	Starke Äste in Bewegung, Pfeifen in Telegraphenleitungen, Regenschirme schwierig zu benutzen.	7,3 – 11,9
7	steifer Wind	13,9 – 17,1	50 – 61	Ganze Bäume in Bewegung, fühlbare Hemmung beim Gehen gegen den Wind.	12,0 – 18,3
8	stürmischer Wind	17,2 – 20,7	62 – 74	Bricht Zweige von den Bäumen, er-schwert erheblich das Gehen im Freien.	18,4 – 26,8
9	Sturm	20,8 – 24,4	75 – 88	Kleinere Schäden an Häusern (Rauchhauben und Dachziegel werden abgeworfen).	26,9 – 37,3
10	schwerer Sturm	24,5 – 28,4	89 – 102	Entwurzelt Bäume, bedeutende Schäden an Häusern.	37,4 – 50,5
11	orkanartiger Sturm	28,5 – 32,6	103 – 117	Verbreitete Sturmschäden (Sehr selten im Binnenland).	50,6 – 66,5
12	Orkan	23,7 und mehr	118 und mehr	Schwerste Verwüstungen.	66,6 und mehr

Die vergleichbaren Angaben über Geschwindigkeit und Stärke des Bodenwindes in Beaufortgraden beziehen sich auf die international festgelegte Meßhöhe von 10 m über Grund im freien Gelände. Bei gleichen Beaufortgraden kann man entsprechend der durchschnittlichen Änderung der Windgeschwindigkeit mit der Höhe zum Beispiel in 4 m über Grund mit einer um etwa 20 % kleineren, in 30 m Höhe über Grund mit einer um etwa 20 % größeren Geschwindigkeit als den in 10 m gemessenen Werten rechnen. Bei Geschwindigkeitsangaben für einzelne Böenstöße sind die tatsächlich gemessenen Werte maßgeblich; eine Umrechnung auf eine andere Bezugshöhe ist dabei nicht statthaft.

DIN 15020 Teil 2: Hebezeuge; Grundsätze für Seiltriebe, Überwachung im Gebrauch, Ablegereife von Drahtseilen aufgrund von Drahtbrüchen

Anzahl der tragenden Drähte in den Außenlitzen des Drahtes [3]			Anzahl sichtbarer Drahtbrüche bei Ablegereife							
			Triebwerkgruppen $1E_m$, $1D_m$, $1C_m$, $1B_m$, $1A_m$				Triebwerkgruppen 2_m, 3_m, 4_m, 5_m			
			Kreuzschlag		Gleichschlag		Kreuzschlag		Gleichschlag	
			auf einer Länge von		auf einer Länge von		auf einer Länge von		auf einer Länge von	
n			6 d	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d
	bis	50	2	4	1	2	4	8	2	4
51	bis	75	3	6	2	3	6	12	3	6
76	bis	100	4	8	2	4	8	16	4	8
101	bis	120	5	10	2	5	10	19	5	10
121	bis	140	6	11	3	6	11	22	6	11
141	bis	160	6	13	3	6	13	26	6	13
161	bis	180	7	14	4	7	14	29	7	14
181	bis	200	8	16	4	8	16	32	8	16
201	bis	220	9	18	4	9	18	36	9	18
221	bis	240	10	19	5	10	19	38	10	19
241	bis	260	10	21	5	10	21	42	10	21
261	bis	280	11	22	6	11	22	45	11	22
281	bis	300	12	24	6	12	24	48	12	24
	über	300 [4]	0,04 · n	0,08 · n	0,02 · n	0,04 · n	0,08 · n	0,16 · n	0,04 · n	0,08 · n

Bei Seilkonstruktionen mit besonders dicken Drähten in der Außenlage der Außenlitze, z.B. Rundlitzenseil 6 x 19 Seale nach DIN 3058 oder Rundlitzenseil 8 x 19 Seale nach DIN 3062, ist die Anzahl sichtbarer Drahtbrüche bei Ablegereife um 2 Zeilen niedriger als nach den Tabellenwerten anzunehmen.

Triebwerksgruppen nach DIN 15020 Teil 1

d Drahtdurchmesser

3) Fülldrähte werden nicht als tragend angesehen.
Bei Drahtseilen mit mehreren Litzenlagen gelten nur die Litzen der äußersten Litzenlage als "Außenlitzen".
Bei Drahtseilen mit Stahleinlagen ist die Einlage wie eine innere Litze anzusehen.

4) Die errechneten Zahlen sind aufzurunden.

Zuständigkeitsbereiche und Anschriften der technischen Aufsichtsdienste der Bezirksverwaltungen

1. **Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein**

   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Max-Brauer-Allee 41
   22765 Hamburg
   Tel.: (0 40) 3 81 09-0
   Fax: (0 40) 3 81 09-4 30

2. **Bremen und Niedersachsen**

   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Bultstraße 9
   30159 Hannover
   Tel.: (05 11) 85 03-0
   Fax: (05 11) 85 03-2 47
   ab Sommer 1996:
   Walderseestraße 5-6
   30163 Hannover

3. **Berlin, Brandenburg und der Regierungsbezirk Magdeburg des Landes Sachsen-Anhalt**

   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Lindenstraße 52
   10969 Berlin
   Tel.: (0 30) 2 59 97-0
   Fax: (0 30) 2 59 97-2 99

4. **Sachsen, Thüringen und die Regierungsbezirke Halle und Dessau des Landes Sachsen-Anhalt**

   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Hofmühlenstraße 8
   01187 Dresden
   Tel.: (03 51) 42 34-2 05
   Fax: (03 51) 42 34-3 34

5. **Nordrhein-Westfalen**

   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Aue 96
   42103 Wuppertal
   Tel.: (02 02) 38 95-0
   Fax: (02 02) 38 95-4 01

6. **Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland**

   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Wiesbadener Straße 70
   65197 Wiesbaden
   Tel.: (06 11) 94 13-0
   Fax: (06 11) 94 13-1 06

7. **Bayern**

   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Deisenhofener Straße 74
   81539 München
   Tel.: (0 89) 6 23 02-0
   Fax: (0 89) 6 23 02-1 00